[illegible]

Der

große deutsche Hausschatz.

Eine

Quelle des Reichthums und der Wohlfahrt für Jedermann.

Belehrungen und Aufklärungen

über alle Zweige des menschlichen Wissens aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, der Länder- und Völkerkunde, der Geschichte und Geographie, des Staats- und Völkerrechts, des Handels und der Gewerbe, der Haus- und Landwirthschaft, der Literatur und schönen Künste.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite Auflage. 4. 1852. cart. 2 Thlr. 12 Ngr.

Inhalt.

1. **Volks-Pädagogik.** Blicke in die Vergangenheit und Gegenwart. Von F. Schmidt.
2. **Die Sternkunde.** (Mit 5 Abbildungen.) Von Dr. G. A. Jahn.
3. **Ueber Seifenfabrikation und Beleuchtung.** (Mit 17 Abbildungen.) Von Dr. R. Wagner.
4. **Die socialistischen und communistischen Lehren unserer Tage.** Von L. Stein.
5. **Die Entstehung der Erdoberfläche.** Von Prof. H. Burmeister.
6. **Erklärung des Kalenders.** Von Dr. G. A. Jahn.
7. **Der sechste Erdtheil oder das Südpol-Festland.** Von C. Winderlich.
8. **Münzen, Maaße und Gewichte.**
9. **Die Chemie und ihre Anwendung auf Künste und Gewerbe.** (Mit 38 Abbildungen.) Von Dr. R. Wagner.
10. **Der gegenwärtige Standpunkt der Staatsökonomie.** Von Dr. G. Franck.
11. **Die Homöopathie und das homöopathische Heilverfahren.** Von Dr. Franz Hartmann.
12. **Deutscher Volks- und Sittenspiegel.** Von C. Winderlich.
13. **Die Hauswirthschaft in ihrem gesammten Umfange.** (Mit 38 Abbildungen.) Von William Löbe.
14. **Die Lufterscheinungen oder die Witterungslehre.** (Mit 8 Abbildungen.) Von Dr. G. A. Jahn.
15. **Die Kunst, gesund zu leben.** Von Dr. med. G. A. Schubert.
16. **Die Banken, Leihkassen, Sparkassen und Versicherungsanstalten aller Art.** Von Dr. W. Hoffmann.
17. **Franklin's Leben, Grundsätze und Lehren,** nach dessen eigenen Schriften.
18. **Die gemeinnützigen Anstalten und Vereine für Stadt- und Dorfgemeinden.** (Mit 9 Abbildungen.) Von William Löbe.
19. **Der menschliche Fuß, als Charakter der Menschheit.** Dargestellt vom Prof. H. Burmeister.
20. **Auswanderung.** Von C. Winderlich.
21. **Bier und Bierbrauerei.** (Mit 3 Abbild.) Von Dr. R. Wagner.
22. **Der Ackerbau in seinem rationellen Betriebe.** (Mit 24 Abbild.) Von William Löbe.
23. **Nautik oder Seewissenschaft.** (Mit 3 Abbildungen.) Von Emil Borott.
24. **Die Galvanoplastik.** (Mit 8 Abbildungen.)
25. **Der menschliche Körper.** (Mit 12 Abbildungen.) Von Dr. H. E. Richter.
26. **Die Metalle und ihre Gewinnung und Anwendung.** (Mit 23 Abbild.) Von Dr. R. Wagner.
27. **Die Phrenologie, oder die Lehre vom Geiste und seinen Organen.** (Mit 14 Abbildungen.) Von Dr. G. Scheve.
28. **Die Wunder des menschlichen Körpers.**
29. **Die neue Welt nach Fourier.** Von C. v. Glümer.
30. **Der elektrische Telegraph.** Von Dr. R. Weber. (Mit 12 Abbildungen.)
31. **Die Verfassung des deutschen Reichs vom 28. März 1849 und die Grundrechte des deutschen Volks.**

Die

chemische Technologie

faßlich dargestellt

nach dem jetzigen Standpunkte

der

Wissenschaft und des Gewerbewesens

als Leitfaden bei Vorlesungen

an Universitäten, Gewerbschulen und polytechnischen Anstalten, sowie zum Selbstunterricht.

Von

Dr. Rudolf Wagner,

Professor an der königl. Gewerbschule zu Nürnberg, früher Privatdocent der Chemie und Technologie a. d. Universität Leipzig.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 154 Originalholzschnitten.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1853.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Innerhalb zweier Jahre hat meine chemische Technologie so viel Anerkennung gefunden, daß eine neue Auflage derselben nothwendig geworden ist. Obgleich ich nicht Ursache hatte, von der früher gewählten Form der Darstellung abzugehen, war es doch nothwendig, um dem heutigen Standpunkte der Technologie in jeder Hinsicht Rechnung zu tragen, daß bei der neuen Auflage ganze Abschnitte umgearbeitet oder neu eingeschaltet werden mußten; namentlich war ich bemüht, auch dem praktischen Bedürfnisse der Zöglinge an Gewerbschulen und polytechnischen Bildungsanstalten besser, als in der ersten Auflage zu entsprechen.

Das Format ist in der zweiten Auflage etwas größer als in der ersten, der Druck etwas compresser, damit durch Vermehrung des Inhaltes das Volumen des Buches nicht vermehrt werde. Die zur Er-

läuterung des Textes dienenden Zeichnungen sind bei der neuen Auflage sämmtlich neu angefertigt worden.

Möge diese zweite Auflage sich derselben Aufnahme zu erfreuen haben, welche der ersten zu Theil geworden ist.

Nürnberg, im Mai 1853.

Dr. Rudolf Wagner.

Inhalt.

I. Alkalien und Erden und ihre technische Anwendung.

(Seite 1—142.)

II. Die Metalle und ihre technische Anwendung.

(Seite 143—253.)

III. Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.

(Seite 254—386.)

IV. Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.

(Seite 387—434.)

V. Färberei und Druckerei.

(Seite 435—469.)

VI. Der Verbrennungsproceß.

(Seite 470—540.)

Einleitung.

Die Technologie oder Gewerbekunde ist die Lehre von der Verarbeitung der Rohstoffe, durch welche die Stoffe entweder nur der Form, oder auch der Natur nach verändert werden. Je nachdem nun das Eine oder das Andere geschieht, zerfallen die sämmtlichen Gewerbe, deren Wesen uns die Technologie lehrt, in mechanische und chemische. Man theilt deshalb auch die Technologie ein in mechanische und chemische Technologie. Die erstere umfaßt diejenigen Gewerbe, durch welche der Rohstoff nur seiner Gestalt nach verändert wird, seiner Natur nach aber derselbe bleibt; sie betrachtet z. B. die Umwandelung des Eisens in Blech und Draht, die des Silbers in Geschirre und Münzen, die der Baumwolle zu Gespinnsten rc. Die chemische Technologie dagegen betrachtet jene Gewerbe, durch welche der Rohstoff seiner Natur nach verändert wird, wie es der Fall ist, wenn der Gewerbtreibende Blei umwandelt in Bleiweiß und Bleizucker, Kupfer in Grünspan und Vitriol, Oel und Fett in Seife, Stärke in Zucker und Weingeist, Weingeist in Essig, wenn der Hüttenmann Eisen ausscheidet aus

seinen Erzen u. s. w. In den meisten Fällen ist die Bearbeitung des Rohstoffes mechanisch und chemisch zugleich wie z. B. in der Glasfabrikation, wobei man Sand mit Potasche, Glaubersalz oder Soda zur Glasmasse zusammenschmilzt und die Masse zu Gefäßen und Platten verarbeitet. Eine strenge Sichtung beider Theile der Technologie ist nicht möglich, daher definiren wir chemische Technologie als die Lehre von denjenigen Gewerben, bei denen vorzugsweise die Natur des Rohstoffes verändert wird.

I.

Alkalien und Erden und ihre technische Anwendung.

Die Potasche oder das kohlensaure Kali.

Potasche oder kohlensaures Kali.

Wenn wir eine Pflanze oder einzelne Theile derselben verbrennen, so finden wir stets nach dem Verbrennen einen Rückstand, den man mit dem Namen *Asche* belegt. Diese Asche enthält die unorganischen oder mineralischen Bestandtheile der Vegetabilien. Sie besteht meistens aus alkalischen Salzen, Kalk, Talkerde (Magnesia), etwas Eisen und Mangan, gebunden an Phosphorsäure, Schwefelsäure und zuweilen auch an Chlorwasserstoff- oder Salzsäure. Die Quantität und Beschaffenheit der Asche ist aber nicht bei allen Pflanzen gleich; während die am Meeresstrande wachsenden Pflanzen vorzugsweise Natron (Soda) enthalten, sind die Binnenpflanzen besonders kalireich, und unter den Pflanzentheilen trifft man in dem Holze die größte Menge des Kalis an. Diese mineralischen Bestandtheile, welche die Pflanzenaschen ausmachen, sind nicht zufällig, sondern zur Vegetation unumgänglich nothwendig. Die genannten Körper entzieht die Pflanze dem Boden. Soll daher die Pflanze gedeihen, so muß man dem Boden zufügen, was demselben durch das Wachsthum der Pflanzen früher entzogen worden ist. Das Kali ist nun ein Körper, der auf der Erdoberfläche als Bestandtheil vieler Mineralien, z. B. des Feldspathes, an Kieselerde gebunden, in großer Menge vorkommt. Eine

directe Darstellung des Kalis aus dem Feldspathe würde zu kostspielig und im Großen kaum ausführbar sein. Man läßt deshalb durch die Pflanzen das Kali dem Boden entnehmen und gewinnt es, indem man die Vegetabilien verbrennt und die zurückbleibende Asche mit Wasser behandelt. Es ist ein allgemeiner Charakter der Salze der Alkalien, daß sie in Wasser leicht löslich sind, während umgekehrt die Salze der Erden, besonders diejenigen, die sich in der Asche vorfinden, in Wasser unlöslich sind. Behandeln wir daher eine kalireiche Asche, z. B. Holzasche mit Wasser und trennen die erhaltene Flüssigeit durch Absetzenlassen oder Filtriren von dem ungelöst zurückbleibenden, so erhalten wir eine Lösung, die vorzugsweise Kali an Kohlensäure gebunden und außerdem etwas schwefelsaures und kieselsaures Kali enthält. Wird die Lösung eingedampft, so erhält man eine graue bröckliche Masse, die den Namen **Potasche** führt. Die **Potasche** oder das **unreine kohlensaure Kali** ist in den Pflanzen nicht als kohlensaures, sondern als pflanzensaures (oxal- [klee]- oder weinsaures u. s. w.) enthalten. Diese Pflanzensäuren bestehen wie die Oxalsäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff, oder wie die Weinsäure und die meisten andern organischen oder Pflanzen-Säuren aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und haben die Eigenschaft, wenn sie an Basen gebunden, also als pflanzensaure Salze erhitzt werden, sich in Kohlensäure, die mit der Base verbunden als kohlensaures Salz zurückbleibt, und in flüchtige Producte zu zersetzen. Die Richtigkeit des eben Gesagten läßt sich leicht durch einen Versuch nachweisen. Wenn man etwas Cremor tartari (saures weinsaures Kali) glüht, so bleibt dabei reines kohlensaures Kali zurück, das an der Eigenschaft, mit irgend einer Säure zusammengebracht unter Aufbrausen die Kohlensäure zu verlieren, erkannt werden kann.

Gewinnung der Potasche und Theorie derselben.

Gewinnung der Potasche im Großen durch Verbrennen von Holz.

In Amerika, Rußland und Toscana, in welchen Ländern das Holz zum Theil als Brenn- und Baumaterial in niedrigem Werthe steht, verbrennt man häufig ganze Bäume behufs der Potaschenfabrikation; in andern Ländern benutzt man nur die Zweige und Abfälle der Stämme, Sträucher und dergleichen zur Darstellung der Potasche. Diese Pflanzentheile werden zuerst getrocknet und dann gewöhnlich in Gruben verbrannt. Die Gewinnung der Potasche aus der rohen Holzasche zerfällt 1) in das **Auslaugen der Asche**, 2) in das **Versieden der Rohlauge** und 3) in das **Glühen oder Calciniren der rohen Potasche**. Das **Auslaugen** der Asche geschieht in Bottichen,

in welchen sich über dem eigentlichen Boden ein zweiter durchlöcherter eingelegt befindet, der mit Stroh bedeckt ist und auf einem Kreuze ruht. Diese Auslaugebottiche (Aescher) werden in zwei Reihen aufgestellt, so daß die hintere auf einem Gerüste, die vordere auf Lagern ruht; eine dritte Reihe, die Sümpfe, ist fest in die Erde eingegraben und dient zum Aufnehmen der Rohlauge. Die Aescher werden mit gesiebter Holzasche angefüllt und auf die Asche der obern Reihe der Aescher wird Wasser gegossen. Enthält die abfließende Lauge 20 — 25 Proc. Salztheile, so ist sie siedewürdig und wird in die Abdampfpfannen gebracht. Bei zu schwachem Salzgehalte läuft die Flüssigkeit abermals durch den Aescher. Die mit kaltem Wasser völlig erschöpfte Asche wird in manchen Gegenden zuletzt noch mit heißem Wasser ausgezogen, um das darin enthaltene, in kaltem Wasser schwer lösliche schwefelsaure Kali zu gewinnen. Das Abdampfen geschieht in eisernen Pfannen unter fortwährendem Umrühren, bis eine trockne, schwarze Masse zurückbleibt, die 6—10 Proc. Wasser und verkohlte organische Substanzen enthält. Diese Masse führt den Namen rohe Potasche oder Fluß. Die letzte Operation, das Calciniren der Potasche, hat zum Zweck, die färbenden organischen Substanzen zu zerstören; dies geschieht in besonderen Calciniröfen. Der Ofen wird zuerst angeheizt, dann die Potasche eingelegt und allmälig so lange geglüht, bis sie in eine weißliche oder bläuliche Masse, die nicht zusammengesintert sein darf, verwandelt ist. Nach dem Erkalten verpackt man die Potasche in Fässer.

Arten der Potasche.

Je nach dem Rohstoffe und nach den Ländern unterscheidet man Perlasche, die in kleinen, trocknen Stückchen von bläulicher Farbe aus Nordamerika kommt, Weinhefen- oder Drusenasche (cendres gravelées), welche man durch Verbrennen der Weinhefen und Trestern in dem mittägigen Frankreich darstellt, toscanische, illyrische, ungarische und russische Potasche. Die in Frankreich unter dem Namen Potasse factice bekannte Substanz ist keine Potasche, sondern Soda, die zum Theil Aetznatron enthält.

Gewinnung der Potasche aus dem Runkelrübensyrup.

Die Potaschenfabrikation aus Runkelrübensyrup bildet in der neueren Zeit einen nicht unbedeutenden Industriezweig. Die Potasche wird hierbei zugleich mit dem Weingeist gewonnen. Es ist hier nicht der Ort, die Darstellung des Weingeistes aus der Runkelrübenmelasse zu erörtern, es sei nur angedeutet, daß die Melasse mit der gehörigen Menge Wasser verdünnt und mit Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt wird, bevor man ihr die Bierhefe zusetzt, um sie in großen

1 *

Bottichen bei 20° gähren zu lassen. Die gegohrene Flüssigkeit wird destillirt. Die in der Blase zurückbleibende Flüssigkeit enthält natürlich alle Salze, welche in der Melasse vorhanden waren. Sie wird zur Syrupconsistenz eingedampft und ruhig hingestellt, wodurch der Gyps sich ausscheidet. Die von dem Gyps abgegossene Flüssigkeit wird in Flammenöfen geglüht. Die Lauge, in flachen Pfannen aus Eisenblech abgedampft, setzt Chlorkalium ab, das getrocknet und zur Alaunfabrikation verwendet wird. Aus der Mutterlauge krystallisirt ein Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron ($KO, CO_2 + NaO, CO_2 + 24 HO$) heraus. Die Mutterlauge wird zur Trockniß eingedampft und der Rückstand geglüht, er liefert Potasche. Das Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron wird umkrystallisirt, wobei sich ein Doppelsalz, das weniger kohlensaures Kali enthält, bildet. Man läßt dasselbe in einem Kessel zergehen, wobei sich kohlensaures Natron mit 1 Aequiv. Wasser absetzt, und die Mutterlauge reich an kohlensaurem Kali zurückbleibt; sie wird eingedampft und der Rückstand als Potasche verwendet. Das niedergefallene kohlensaure Natron wird getrocknet und dann in den Handel gebracht.

In neuester Zeit wird diese neue Fabrikation der Potasche auch in Deutschland ausgeübt. Die große Runkelrübenzuckerfabrik zu Waghäusel in Baden sendet eine Potasche aus Rübenmelasse in den Handel, die sich durch verhältnißmäßig große Reinheit und durch Weiße auszeichnet. Die Zusammensetzung der Potasche aus Waghäusel folgt unten.

Gewinnung der Potasche aus dem Meerwasser.

Das Meerwasser enthält durchschnittlich 1,35 pro Mille Chlorkalium. In der neuern Zeit hat man in Südfrankreich angefangen, aus der bei Darstellung des Seesalzes und schwefelsauren Natrons aus dem Meerwasser abfallenden Mutterlauge das Kali zu gewinnen. Es krystallisirt nämlich aus der Mutterlauge ein Doppelsalz aus Chlormagnesium und Chlorkalium heraus, das beim Wiederauflösen in Wasser zerfällt, so daß sich beim Abdampfen aus der Lösung nur Chlorkalium abscheidet. Das Chlorkalium wird sodann in schwefelsaures Kali, letzteres in kohlensaures Salz nach einer Methode umgewandelt, welche im Princip dem Leblanc'schen Verfahren der Sodagewinnung aus dem Kochsalz (S. weiter unten) gleich ist, — die hohe Bedeutung der Darstellung des Kalis aus dem Meerwasser ist nicht zu verkennen; letzteres ist eine unversiegbare, bisher unbeachtet gebliebene Quelle des Kalis, eines Stoffes, den

man bis jetzt nur durch Beihülfe der Vegetation der Pflanzen zu gewinnen vermochte.

Prüfung der Potasche.

Die käuflichen Potaschesorten enthalten außer dem kohlensauren Kali, schwefelsaures Kali, Chlorkalium und unlösliche Substanzen. Da nun ihr Gehalt an reinem kohlensauren Kali ihren Handelswerth bestimmt und derselbe bedeutend variiren kann, so sind die Mittel zur Prüfung der Potasche für den Gewerbtreibenden von großem Werth. Sie werden am Ende des folgenden Abschnittes, der von der Soda handelt, unter dem Kapitel Alkalimetrie näher betrachtet werden.

Einige Potaschesorten fand man bei der Analyse in 100 Theilen zusammengesetzt aus:

	russische	amerikanische	toscanische	illyrische		aus Rübenmelasse (von Waghäusel)
kohlensaurem Kali .	69,61	71,38	74,10		78,75	88,730
kohlensaurem Natron	3,09	2,31	3,00	kohlensaur.		6,448
schwefelsaur. Kali . .	14,11	14,38	13,47	u. schwefels.	12,50	2,270
Chlorkalium . . .	2,09	3,64	0,95	Natron		1,008
Jodkalium	„	„	„			0,026
Wasser	8,82	4,56	7,28			1,394
Unlöslichem . . .	2,28	2,73	1,20		8,75	0,124

Anwendung der Potasche.

Die Potasche wird immer mehr und mehr von der ungleich wohlfeileren Soda verdrängt, sie wird indeß noch benutzt zur Fabrikation des böhmischen Glases, des Salpeters, des Schießpulvers, des Alauns, des Blutlaugensalzes, gewisser weicher Seifen und mehrerer chemischer Präparate von weniger Wichtigkeit. Ist auch die Potasche vielfach mit Erfolg durch die Soda ersetzbar, so kann sie doch nicht in allen Fällen entbehrt werden. Die Agrikultur namentlich und die Glasfabrikation würden von billiger darzustellendem Kali großen Nutzen zu ziehen im Stande sein. Ist das oben erwähnte Verfahren der Darstellung der Potasche aus dem Meerwasser allgemein eingeführt, so werden Amerika und Rußland, welche allein heutzutage noch große Quantitäten von Potasche durch Niederbrennen von Waldungen liefern, nicht lange mehr dazu sich verstehen. Das Holz wird bei rasch verbesserter Communication theurer bezahlt werden, als die daraus gewonnene Asche.

Aetzkali.

Die Anwendung der Potasche beruht auf ihrem Gehalt an Kali und es kommt die Kohlensäure derselben nur in sofern in Betracht,

als sie als schwache Säure von jeder andern ausgetrieben wird. Die Potasche oder das kohlensaure Kali eignet sich deshalb mehr als jede andere Kaliverbindung zur Fabrikation der oben erwähnten Körper. Zuweilen ist aber auch die Kohlensäure der Anwendung hinderlich und es muß dieselbe abgeschieden werden. Dies geschieht, indem man eine wässerige Lösung der Potasche mit einem Körper zusammenbringt, der zur Kohlensäure mehr Verwandtschaft hat, als das Kali. Ein solcher Körper ist der Aetzkalk (gebrannter Kalk). Bezeichnen wir das kohlensaure Kali mit seiner chemischen Formel $KO + CO_2$ und den Aetzkalk mit CaO, so wird aus dem Aetzkalk $CaO + CO_2$ und KO, d. h. Aetzkali wird frei. Indem sich also die Kohlensäure des kohlensauren Kalis mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk oder zu Kreide verbindet und unlöslich zu Boden fällt, wird das Kali frei und bleibt in der über dem unlöslichen kohlensauren Kalke stehenden Flüssigkeit gelöst. Dampft man diese Kalilösung bis zu einem gewissen Grade ab, so erhält man die Seifensiederlauge, von welcher später bei der Verseifung die Rede sein wird. Wird diese Lauge bis zur Trockniß eingedampft, so bleibt eine weiße, schmelzbare Masse, das Aetzkali, zurück, das geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht in der Chirurgie als Aetzmittel Anwendung findet. Das Aetzkali oder Kaliumoxyd ist eine Base, d. h. ein solcher Körper, der mit einer Säure ein Salz zu bilden fähig ist. Das für die Technik wichtigste Kalisalz ist das salpetersaure Kali oder der Salpeter, an welches sich die Fabrikation des Schießpulvers und die der Salpetersäure anschließt.

Salpeter.

Salpeter. Uebergießen wir kohlensaures Kali mit Salpetersäure (Scheidewasser), so entweicht die Kohlensäure unter Aufbrausen und wenn die Lösung hinreichend concentrirt ist, erhalten wir nach einiger Zeit in der Flüssigkeit Krystalle von Salpeter (KO, NO_5). Die Darstellung des Salpeters im Großen ist aber nicht auf diese Weise auszuführen, da erst die Salpetersäure aus dem Salpeter, letzterer aber vortheilhaft nie aus ersterer gewonnen werden kann. Die Natur unterstützt den Proceß der Salpeterbildung mächtig und oft hat der Mensch nur nöthig, das von der Natur gelieferte Material zu reinigen. Es ist bekannt, daß an den Mauern der

Salpeterbildung. Ställe häufig Auswitterungen beobachtet werden, die zum

größten Theil aus salpetersauren Salzen bestehen. Eben so findet man diese Auswitterung in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens in Spanien, Aegypten, Ostindien und mehreren Theilen Südamerikas; in den Provinzen Chile und Peru findet man sogar salpetersaures Natron (Chilesalpeter) in ungeheuren Massen in einer Erstreckung von mehr als dreißig Meilen unter einer Schicht von Thon. Fragt man nun, welcher Mittel bedient sich die Natur, um jene Mengen von salpetersauren Salzen zu erzeugen, so ist die Antwort in Bezug auf die Base, das Kali, Natron oder den Kalk leicht, denn diese Basen finden sich stets in den Mineralien und den Umgebungen der Orte, an welchen sich diese Körper bilden. In Bezug auf die Erzeugung der Salpetersäure nimmt man an, daß sich dieselbe unter der Mitwirkung faulender organischer Substanzen oder durch directes Zusammentreten der Elemente der atmosphärischen Luft erzeugt. In den meisten Fällen ist es erwiesen, daß die Salpeterbildung auf die erstere Weise vor sich geht. Lassen wir gewisse organische, stickstoffhaltige Substanzen, wie z. B. Harn, an der Luft stehen, so geht eine Zersetzung desselben vor sich, die wir Fäulniß nennen und die sich in diesem Falle unter Anderem durch einen stechenden Geruch äußert. Dieser Geruch rührt von Ammoniak, einem Körper her, der stets unter den Zersetzungsproducten stickstoffhaltiger organischer Körper zu bemerken ist. Ammoniak besteht aus Stickstoff (N) und Wasserstoff (H). Lassen wir aber die stickstoffhaltigen organischen Substanzen sich bei Gegenwart einer Base zersetzen, befeuchten wir z. B. einen Haufen Asche mit Harn, so bildet sich zwar auch Ammoniak, die vorhandene Base bewirkt aber, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft oxydirend auf das Ammoniak einwirkt und dasselbe in Salpetersäure und Wasser verwandelt ($NH_3 + 8\ O = NO_5 + 3\ HO$). Die Salpetersäure verbindet sich im Augenblicke des Entstehens mit den Basen zu salpetersauren Salzen. Zieht man die erwähnte Asche, die lange Zeit an der Luft gelegen hatte und von Zeit zu Zeit mit Harn begossen worden war, mit Wasser aus und dampft die Flüssigkeit ab, so erhält man Krystalle von Salpeter. Auf die angegebene Weise entsteht salpetersaures Salz in den Ställen durch das Ammoniak, das sich bei der Fäulniß der Excremente entwickelt, unter Mitwirkung des Kalkes der Mauern; auf dieselbe Weise gelangt es in die Brunnen größerer Städte, indem dieselben mit dem Erdreiche in Communication stehen, das besonders in der Nähe der Kloaken salpeterhaltig ist. Auf ähnliche Weise bildet es sich in den Salpeterhöhlen

Ostindiens, indem die darin aufgehäuften Excremente von Fledermäusen ꝛc. und das Natron des Bodens die Materialien hergeben. Eine fernere Bildung der Salpetersäure durch directes Zusammentreten ihrer Elemente ist vermittelst der Elektricität und poröser, alkalihaltiger Körper beobachtet worden. Die atmosphärische Luft besteht ebenfalls wie die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff. Lassen wir durch wasserhaltige atmosphärische Luft elektrische Funken schlagen, so erhalten wir salpetersaures Ammoniak. Dasselbe Salz finden wir in dem Regenwasser nach Gewittern, wobei es auf gleiche Weise durch den Blitz entstanden ist. Poröse Körper haben die Eigenschaft, Gase in großer Menge in ihren Poren zu condensiren; sind in den porösen Körpern Basen enthalten, so prädisponiren dieselben häufig die Gasarten, sich chemisch mit einander zu verbinden. Dies scheint auch bei gewissen porösen natronhaltigen Thonschichten mit der atmosphärischen Luft der Fall zu sein; die Elemente derselben treten zu Salpetersäure zusammen, die mit der Base verbunden als salpetersaures Salz in der heißen Jahreszeit durch Capillarattraction auf die Oberfläche kommt und auswittert. Interessant ist das Factum, daß das durch Verwesung einer stickstoffhaltigen organischen Substanz erzeugte Salz oft einen größeren Stickstoffgehalt besitzt, als die zur Erzeugung dienenden organischen Substanzen enthalten haben konnten; wahrscheinlich also wird die Salpetersäurebildung durch Verwesung eingeleitet, und mit Hülfe des Stickstoffs *der atmosphärischen* Luft fortgesetzt.

Gewinnung des Salpeters. In Ländern, in welchen der Salpeter auswittert, ist die Gewinnung desselben sehr einfach; man laugt die salpeterhaltige Erde (*Gayerde, Kehrsalpeter*) mit Wasser, oft unter Zusatz von Potasche, aus, um den in der Erde enthaltenen salpetersauren Kalk zu zersetzen, verdampft die Lauge und bringt dieselbe zur Krystallisation. Den Salpeterbildungsproceß der Natur ahmt man in den *Salpeterplantagen* künstlich nach, indem man auf etwas geneigten, fest geschlagenen Lehmboden, der die Feuchtigkeit in das Erdreich einzudringen verhindert, Haufen von Erde mit starken Basen (Mergel), Asche, vermoderten Pflanzen, Abfällen von Thieren, aus Leim-, Tuch-, Papierfabriken, Erde aus Schlachthäusern, Viehställen, Straßenkoth, Teichschlamm u. s. w. schichtet, dieselben mit Reißig oder Stroh durchflicht, um der Luft möglichst Zutritt zu gestatten, sie durch Begießen mit Jauche, Harn oder ähnlichen Flüssigkeiten feucht erhält und häufig umsticht. Die Flüssigkeit, welche durch den Hau-

fen hindurch auf den Lehmboden gelangt, fließt in einen Sumpf ab, und wird von Neuem zum Begießen der Haufen benutzt. Am passendsten zur Salpetererzeugung sind schon in Fäulniß begriffene thierische Substanzen. Daher schichtet man auch häufig die frischen thierischen Abfälle mit salpeterhaltigen Pflanzen wie Kartoffelkraut, Runkelrübenblättern, Bilsenkraut, Nesseln, Sonnenblumen, Borretsch u. s. w. in eine Grube zusammen, und begießt diese Haufen von Zeit zu Zeit mit Jauche. In der Schweiz bringt man unter den Viehställen 3—4 Fuß tiefe Gruben an, die mit einer zweckmäßig präparirten Erde angefüllt sind. Nach mehrjährigem Liegen, wobei die Haufen nicht ganz trocken werden dürfen, findet man auf der Oberfläche Auswitterungen von salpetersauren Salzen. Ist die Erde zum Auslaugen reif, (d. h. geben 1000 Kubikzoll Erde bei einem Versuche $4^1/_2$ Loth Salpeter) so läßt man den Haufen austrocknen und kratzt die auf der Oberfläche derselben entstehenden, oft 2—3 Zoll dicken Salzkrusten so oft ab, als nur möglich ist. Der Kern des Haufens wird dann mit bereits ausgelaugter Erde umkränzt; man will hierbei die Beobachtung gemacht haben, daß Erde, die noch etwas Salpeter enthält, die Salpeterbildung kräftiger anrege, als todtgelaugte Erde. In verschiedenen Gegenden Norddeutschlands errichtet man anstatt der Haufen Mauern, die nach der Windseite zu vertikale Wände, auf der entgegengesetzten Seite aber treppenartige Absätze haben, die mit Rinnen zum Begießen und Abfließen versehen sind. Da sich die Salze an der Windseite, wo die Verdunstung am stärksten ist, in größter Menge ansammeln, so wird nur dieser Theil abgekratzt; auf der andern wird eben so viel Muttererde zugelegt, als weggenommen wurde.

Abdampfung der Rohlauge. Die durch Auslaugen der reifen Erde erhaltene Rohlauge enthält außer den salpetersauren Salzen des Kalis, des Ammoniaks, des Kalkes und der Talkerde, Chlorüre der Alkalien und alkalischen Erden, einen organischen, humusartigen Körper, durch welchen die Flüssigkeit gelb gefärbt wird. Zuerst versetzt man die Rohlauge mit einer Lösung von Potasche, um den salpetersauren Kalk und die salpetersaure Talkerde in Salpeter zu verwandeln:

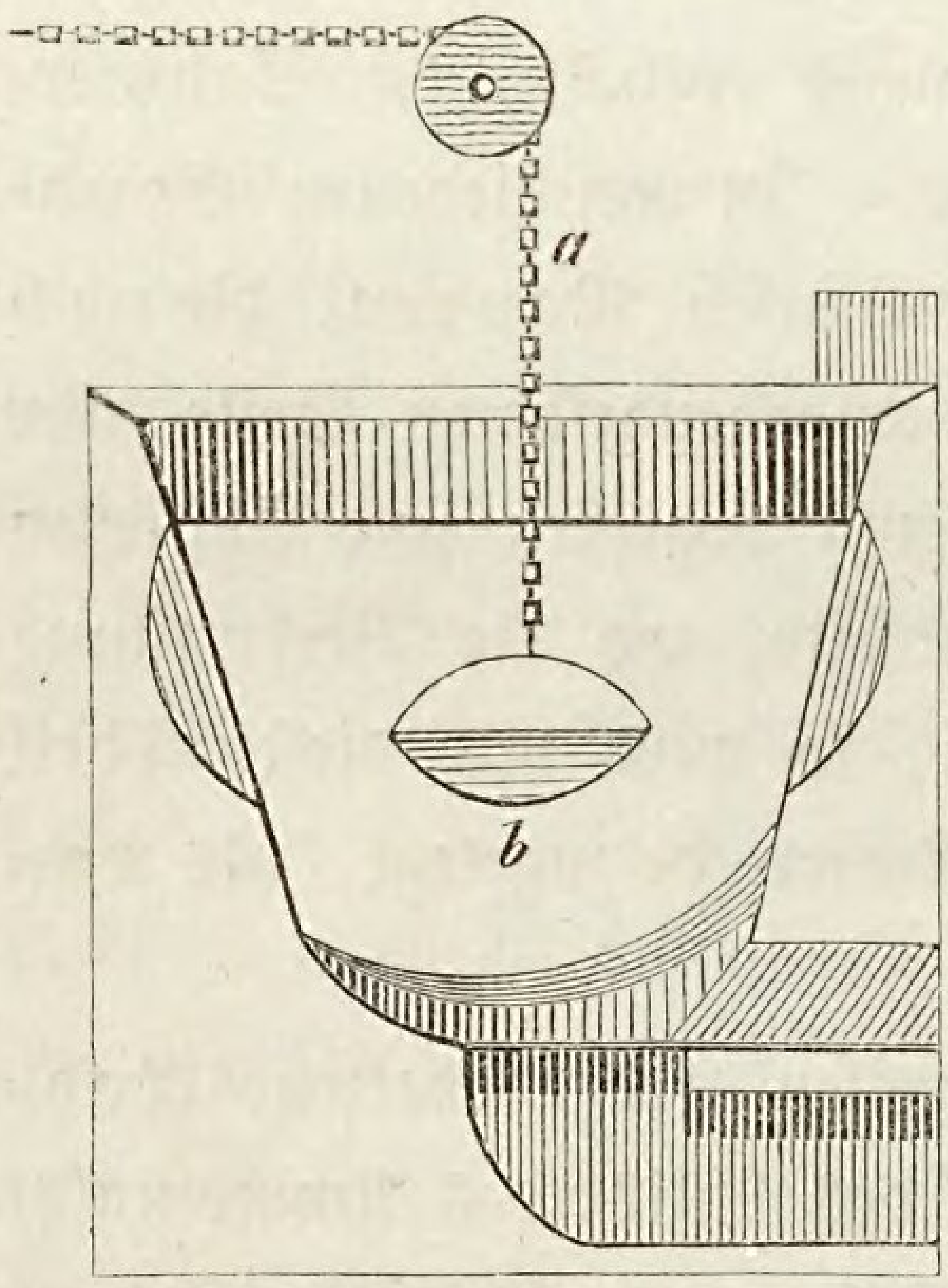
$$(CaO, NO_5 + MgO, NO_5) + 2\,KO, CO_2 = (CaO, CO_2 + MgO, CO_2) + 2\,KO, NO_5.$$

Zu gleicher Zeit werden auch die Chlorüre des Calciums und Magnesiums zersetzt und in Chlorkalium und kohlensaure Kalk- und Talkerde zerlegt:

$$(Ca\,Cl + Mg\,Cl) + 2\,KO, CO_2 = (CaO, CO_2 + MgO, CO_2) + 2\,K\,Cl.$$

Von der Potaschenlösung wird so lange zugesetzt, als noch ein Niederschlag in der Flüssigkeit entsteht. Die von dem Niederschlage getrennte Rohlauge ist durch die organische Substanz noch gelb gefärbt und enthält wesentlich Salpeter, Chlorkalium, kleine Mengen zweifach kohlensauren Kalkes und überschüssig angewendete Potasche. Man verdampft diese Lauge in kupfernen Kesseln; zuerst scheiden sich die vorhandenen Erden und bei stärkerer Concentration der Lauge die Chlormetalle (Chlornatrium u. s. w.) aus. Damit die sich ausscheidenden Substanzen nicht am Boden des Kessels festsetzen, was zu Explosionen und mindestens zu Störungen des Betriebes Anlaß geben könnte, hängt man zu diesem Zeitpunkt mittelst einer Kette a ein flaches Gefäß b bis fast auf den Boden des Kessels herab. Siehe beistehende Zeichnung Fig. 1. In diesem Gefäß setzen sich alle Unreinigkeiten ab. Nach weiterem Abdampfen, wenn sich das noch in der Lauge enthaltene Kochsalz auf der Oberfläche der Flüssigkeit ausscheidet und ein Tropfen auf kaltes Metall gebracht, zu einer festen Masse erstarrt, ist die Lauge gahr. Man läßt dieselbe durch Absetzenlassen klären und gießt sie darauf in kupferne Krystallisirgefäße, in welchen der Salpeter bei einer Temperatur von ungefähr 50° in gelben Krystallen, als Rohsalpeter anschießt. Die Mutterlauge wird dem nächsten Sude zugesetzt. Der Salpeter enthält durchschnittlich 20 Proc. zerfließliche Chlormetalle, Erdsalze und Wasser.

Fig. 1.



Rohsalpeter.

Raffinirung des Rohsalpeters.

Der Rohsalpeter wird gereinigt, indem man denselben in einer bestimmten Menge siedenden Wassers löst, welche hinreichend ist, den Salpeter zu lösen; dabei bleibt der größte Theil des schwer löslichen Kochsalzes ungelöst zurück. Zur Entfernung der färbenden, organischen Substanzen kocht man die Salpeterlösung mit Leim, der sich mit den ersteren verbindet und in braunen Flocken auf der Oberfläche abgeschieden wird. Nach dem Klären der Lauge bringt man dieselbe in die Krystallisirgefäße, verhindert durch fortwährendes Umrühren die Bildung großer Krystalle und

erhält das aus kleinen Krystallen bestehende Salpetermehl, welchem nur außen Lauge anhängt, während größere Krystalle Mutterlauge mechanisch eingeschlossen enthalten würden. Das erhaltene Mehl wird von der Mutterlauge getrennt und in großen Kästen, die mit einem doppelten Boden versehen sind, von denen der innere durchlöchert ist, der Operation des Waschens unterworfen. Dieselbe besteht darin, daß man das Salpetermehl in diesen Kästen mit einer concentrirten Salpeterlösung begießt und nach mehrstündigem Verweilen durch einen im untern Theile des Kastens angebrachten Zapfen ablaufen läßt. Das Waschen dient zur Entfernung der den Krystallen anhängenden Lauge. Nach beendigtem Waschen wird der Salpeter getrocknet und verpackt. Die Ausbeute ist durchschnittlich 60 Proc. des Rohsalpeters.

Salpeter aus Chilesalpeter dargestellt.

Zuweilen stellt man Salpeter (salpetersaures Kali) durch Zersetzen des Chilesalpeters (salpetersauren Natrons) vermittelst Potasche dar. Es krystallisirt Salpeter aus der durch das Mischen der Lösungen beider, entstandenen Flüssigkeit heraus, während kohlensaures Natron (Soda) in der Mutterlauge zurückbleibt und durch Abgießen, Abdampfen und Krystallisiren ebenfalls gewonnen werden kann ($NaO, NO_5 + KO, CO_2 = KO, NO_5 + NaO, CO_2$).

Prüfung des Salpeters.

Prüfung des Salpeters. Reiner Salpeter erstarrt nach vorsichtigem Schmelzen zu einer weißen Masse, die auf dem Bruche grobstrahlig ist. Eine Verunreinigung von $^1/_{80}$ Chlornatrium macht den Bruch schon etwas körnig, bei $^1/_{40}$ ist der Kern schon nicht mehr strahlig und weniger durchsichtig, und bei $^1/_{30}$ ist das Strahlige nur noch an den Kanten zu bemerken. Das Nämliche geschieht durch eine Verunreinigung mit salpetersaurem Natron. Diese Methode (von G. Schwartz) benutzt die Behörde in Schweden, wo jeder Grundbesitzer verpflichtet ist, eine gewisse Menge Salpeter jährlich an den Staat abzugeben. — Andere Methoden, wie die von Riffault, Huß und Gay-Lussac sind theils zeitraubend, theils für die Praxis nicht geeignet. Die Methode von Riffault beruht auf der Eigenschaft einer gesättigten Salpeterlösung, bei der Temperatur, bei welcher sie gesättigt ist, noch Chlornatrium aufnehmen zu können. Die Methode des k. k. Obersten Huß gründet sich darauf, daß eine bestimmte Menge Wasser nur eine bestimmte Menge Salpeter bei einer gewissen Temperatur gelöst enthalten kann. Man hat daher nur nöthig, durch Versuche zu ermitteln, bis zu welcher Temperatur Salpeterlösungen von verschiedener Concentration abgekühlt werden

müssen, damit Salpeter sich auszuscheiden beginne; aus dieser Temperatur läßt sich der Gehalt an reinem Salpeter berechnen. Die beste Methode, den raffinirten Salpeter, der zur Schießpulverfabrikation angewendet werden soll, auf Chlormetalle (Kochsalz) zu prüfen, besteht darin, eine Lösung desselben mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd zu versetzen. Es darf dadurch verhältnißmäßig nur eine sehr geringe Trübung und kein Niederschlag erfolgen.

Anwendung des Salpeters. Der Salpeter wird zur Fabrikation des Schießpulvers und der Salpetersäure benutzt. Außerdem wendet man ihn an in der Hauswirthschaft zum Einpöckeln und zur Darstellung vieler chemischer Präparate, wo er in den meisten Fällen als Oxydationsmittel und als Flußmittel wirkt. In letzterer Beziehung wendet man oft ein Gemenge von Salpeter mit Weinstein (zweifach weinsaurem Kali) an, welches Gemenge zuweilen vorher erhitzt wird, wodurch sich der Kohlenstoff und der Wasserstoff durch den freiwerdenden Sauerstoff des Salpeters oxydiren. Erhitzt man ein Gemenge von 1 Th. Salpeter mit 2 Th. Weinstein, so entsteht der schwarze Fluß, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit feinzertheilter Kohle, erhitzt man gleiche Theile Salpeter und Weinstein, so erhält man den weißen Fluß, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit unzersetztem Salpeter. Beide Vorschriften werden in den Gewerben häufig befolgt; da aber der Salpeter bei der ersten Vorschrift sämmtlichen Sauerstoff, bei der zweiten einen Theil desselben einbüßt, so ist es einleuchtend, daß der schwarze Fluß zweckmäßiger durch Mengen von Potasche mit Ruß, der weiße Fluß durch Mengen von Potasche mit etwas Salpeter dargestellt werden kann. Der schwarze Fluß wird benutzt, wenn Metalle nur umgeschmolzen werden sollen, der weiße dagegen, wenn sich ein Theil der Metalle oxydiren soll.

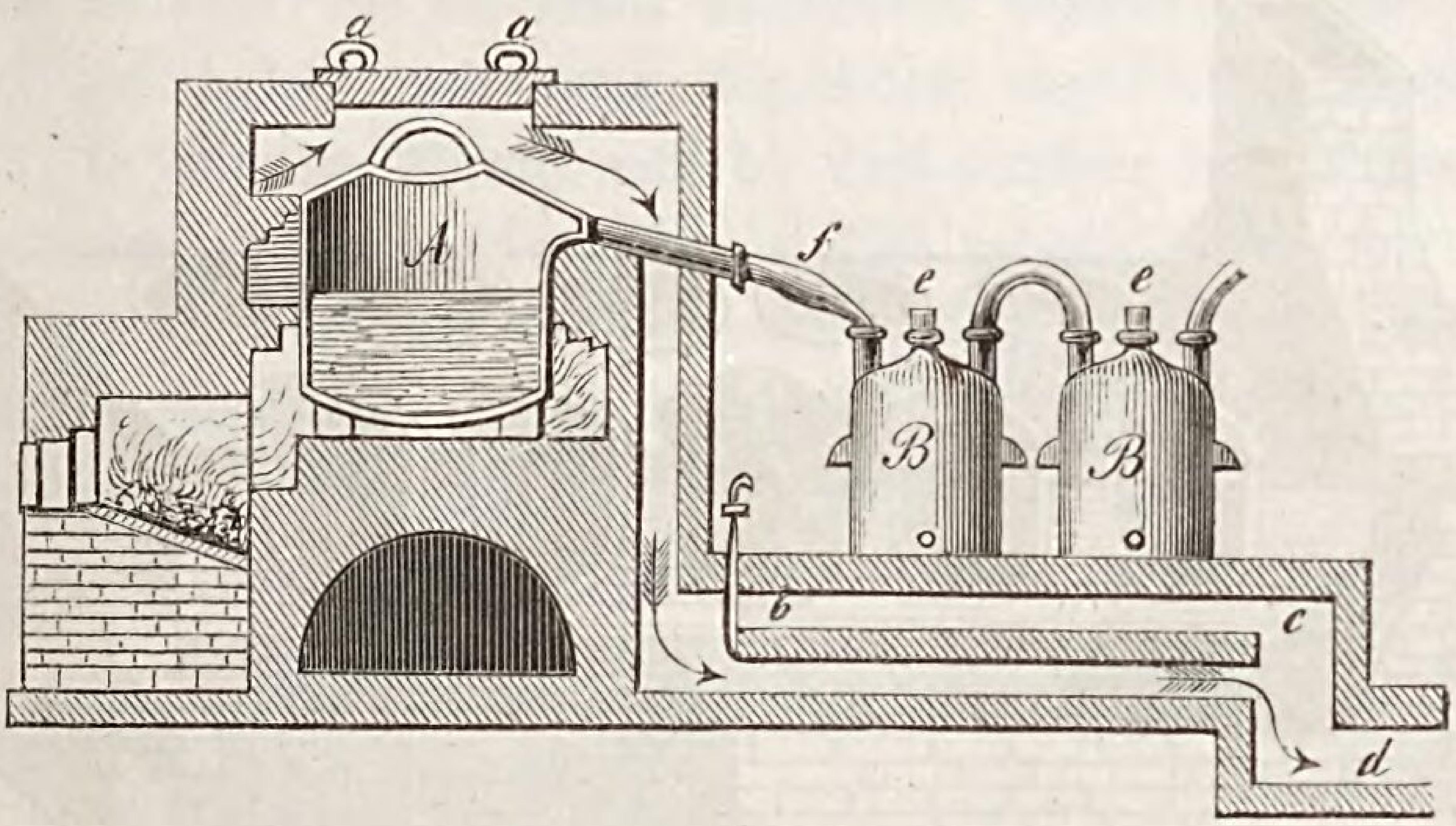
(Margin: Fluß, schwarzer oder weißer.)

Die Salpetersäure oder das Scheidewasser.

Salpetersäure. Gewinnung derselben. Die Salpetersäure oder das Scheidewasser wird durch Zersetzen des Salpeters mittelst Schwefelsäure erhalten. Sie besteht, wie schon bei dem Salpeter erwähnt wurde, aus Stickstoff und Sauerstoff und wird nur in ihrer Verbindung mit Wasser angewendet. Im Großen stellt man das Scheidewasser dar, indem man in einen guß-

eisernen Kessel A (Fig. 2) durch die obere Oeffnung das salpetersaure Salz einführt und mit Hülfe eines Trichters Schwefelsäure auf das Salz gießt, den Kessel verschließt und durch eine mit Lehm ausgefütterte eiserne Röhre mit dem gläsernen Retortenhalse f verbindet, der in die als Vorlage die-

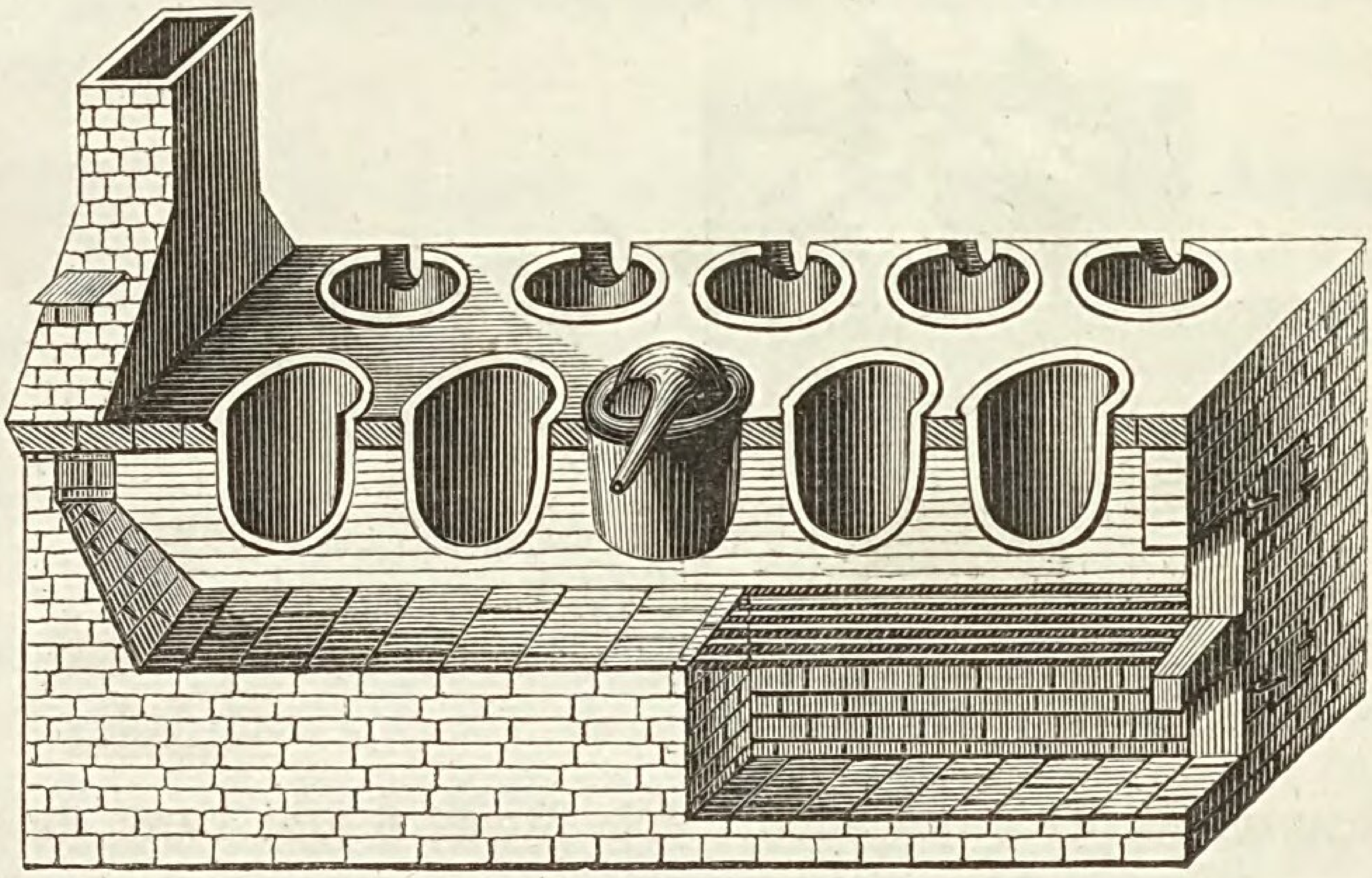
Fig. 2.



nende steinerne Flasche B einmündet. Die Flasche B steht durch ein Rohr mit andern ähnlichen Flaschen in Verbindung, in welchen die in der ersten Flasche nicht condensirten Dämpfe aufgefangen werden. Der Kessel wird durch den darunter befindlichen Heerd erhitzt, der Rauch entweicht durch den Rauchfang b c d. Die in den ersten Flaschen enthaltene Säure ist für den Verkauf hinlänglich stark, während die spätern, in welche zur bessern Condensation der Dämpfe Wasser durch die Oeffnung e eingegossen worden war, eine schwächere Säure, das gewöhnliche Scheidewasser, enthalten. In einzelnen Fabriken benutzt man zur Destillation der Salpetersäure sogenannte Galeerenöfen, wobei man die Salpetersäure aus gläsernen Retorten destillirt. Die Bauart dieser Oefen ist aus umstehender Figur 3 ersichtlich. Beabsichtigt man chemisch reine Salpetersäure zu erhalten, so stellt man die zuerst bei der Destillation übergehende Portion als salzsäurehaltig bei Seite. Die anzuwendenden Mengen betragen bei Anwendung von gewöhnlichem Salpeter auf 30 Pfund dieses Salzes 29 Pfund englische Schwefelsäure, und bei Anwendung von salpetersaurem Natron auf 17 Pfund des Salzes $14^2/_3$ Pfund der Säure. Die auf diese Weise erhaltene Säure ist das erste Hydrat der Salpetersäure; es erscheint als eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit von 1,55 specifischem Gewichte, die bei 80° siedet; in 100 Theilen besteht dieses Hydrat aus

85,7 Th. wasserfreier Salpetersäure und 14,3 Th. Wasser. Die stärkste im Handel vorkommende Säure hat ein specifisches Gewicht von 1,4; man erhält sie, indem man bei Anwendung von 30 Pfund Salpeter und

Fig. 3.



29 Pfund englischer Schwefelsäure 12 Pfund Wasser in die Vorlage gießt. Die unter dem Namen Scheidewasser vorkommende Säure hat ein specifisches Gewicht von 1,19 — 1,25; die Säure von 1,35 — 1,45 führt den Namen doppeltes Scheidewasser.

Reinigung der Salpetersäure. Die käufliche Salpetersäure enthält gewöhnlich Salzsäure, außerdem ist sie häufig mit Schwefelsäure oder mit Untersalpetersäure verunreinigt; im letztern Falle ist die Säure gelb gefärbt. Die Salzsäure und die Untersalpetersäure lassen sich zum größten Theile entfernen, indem man die Säure in geeigneten Flaschen im Wasserbade bei 80 — 90° erhitzt, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln und eine herausgenommene Probe mit salpetersaurem Silberoxyd nur eine Trübung giebt. Die hierbei entweichenden untersalpetersauren Dämpfe lassen sich mit Vortheil bei der Schwefelsäurefabrikation anwenden. Von der Schwefelsäure befreit man die Salpetersäure durch Destillation über salpetersauren Baryt, und von den letzten Spuren von Salzsäure durch Destillation über salpetersaures Silberoxyd.

Rauchende Salpetersäure. Wenn man auf 50 Th. Salpeter nur 48 Th. Schwefelsäure zur Zersetzung anwendet, so erhält man als Destillat eine rothgelbe

Flüssigkeit, die aus einem Gemenge von Salpetersäure und Untersalpetersäure besteht. Diese Flüssigkeit führt den Namen rauchende Salpetersäure.

Theorie der Salpetersäuregewinnung.

Die Salpetersäuregewinnung aus dem Salpeter läßt sich auf folgende Weise deutlich machen. Uebergießen wir ein Aequivalent Salpeter, das aus einem Aequivalent Salpetersäure und einem Aequivalent Kali besteht, mit einem Aequivalent englischer Schwefelsäure (SO_3, HO), so sollte der Theorie nach die Salpetersäure ausgetrieben werden und es müßte neutrales schwefelsaures Kali zurückbleiben. Der Vorgang ist indeß ein anderer. Bei Anwendung gleicher Aequivalente von Salpeter- und Schwefelsäure wird die Hälfte der Salpetersäure zerlegt in Untersalpetersäure und Sauerstoff, erstere mengt sich mit der unzerlegten Salpetersäure und bildet die rothe rauchende Salpetersäure:

2 Aeq. salpeters. Kali $\begin{cases} KO, NO_5 \\ KO, NO_5 \end{cases}$ und 2 Aeq. Schwefelsäure $\begin{cases} SO_3, HO \\ SO_3, HO \end{cases}$

geben

2 Aeq. schwefels. Kali $\begin{cases} KO, SO_3 \\ KO, SO_3 \end{cases}$ und rauchende Salpetersäure $\left.\begin{cases} NO_5, HO \\ NO_4, HO \end{cases}\right\}$ $+ O$

Wendet man zur Zersetzung des Salpeters zwei Aequivalente Schwefelsäure an (30 : 29), so erhält man die sämmtliche Menge der Salpetersäure und in der Retorte bleibt zweifach schwefelsaures Kali zurück:

1 Aeq. salpeters. Kali KO, NO_5 und 2 Aeq. Schwefelsäure $\begin{cases} SO_3, HO \\ SO_3, HO \end{cases}$

geben

1 Aeq. zweifach schwefelsaures Kali $KO, 2\,SO_3, HO$ und 1 Aeq. Salpetersäure NO_5, HO.

Anwendung der Salpetersäure.

Die Salpetersäure findet Anwendung als Auflösungsmittel für viele Metalle, eine solche Auflösung ist z. B. die des Quecksilbers in Salpetersäure, die von den Hutmachern unter dem Namen Secretage zum Bearbeiten der Haare angewendet wird; sie dient ferner zur Fabrikation der Schwefelsäure, der Oxalsäure, des Dextrins, des Knallquecksilbers, der Schießbaumwolle, um Seide, Horn, Holz gelb zu färben, und Stahl und Kupfer zu ätzen, zum Gelbbrennen des Messings und der Bronze, zum Färben des Goldes u. s. w.

Schießpulver und chemische Principien der Feuerwerkerei.

Schießpulver. Allgemeines. Das Schießpulver ist ein inniges Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle in bestimmten Verhältnissen. Bei einer Temperatur von 150° und bei der Berührung mit glühenden oder brennenden Körpern entzündet es sich, verbrennt mit einer gewissen Geschwindigkeit und giebt als Verbrennungsproducte Stickstoff, Kohlensäure oder Kohlenoxydgas und Schwefelkalium. Wenn die Entzündung in einem verschlossenen Gefäße vor sich geht, so erleiden die Wände durch die große Menge der sich entwickelnden heißen Gase einen solchen Druck, daß sie unfehlbar zerreißen würden, wenn nicht, wie in dem Geschütz, die Einrichtung getroffen wäre, daß ein Theil der Wand nachgiebt. Auf diese Weise wird die Kugel nach einer bestimmten Richtung hin fortgeschleudert.

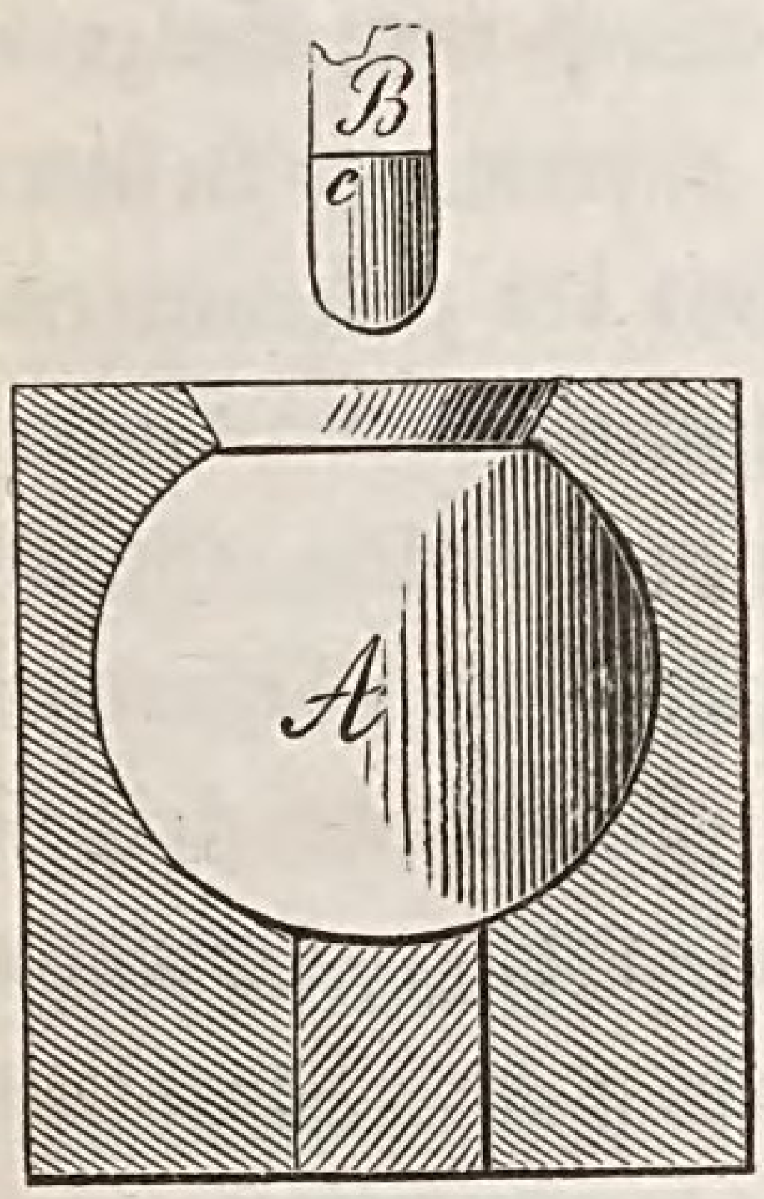
Fabrikation des Schießpulvers. Die zur Pulverfabrikation dienenden Materialien müssen von der größten Reinheit sein, der Salpeter darf keine Chlormetalle, der Schwefel keine schweflige Säure enthalten, deshalb wendet man nie Schwefelblumen, sondern stets Stangenschwefel an. Die größte Aufmerksamkeit ist auf die Wahl der Kohle zu verwenden. Zur Darstellung der Kohle verwendet man Pflanzen, die eine vorzüglich ausgebildete Bastfaser besitzen, wie Flachs und Hanf. Von Bäumen wählt man mehrjährige Zweige, deren Durchmesser ungefähr 1,5 — 3 Zoll beträgt. In dem größten Theil von Deutschland, Frankreich und Belgien verkohlt man hauptsächlich Faulbaumholz (Prunus Padus), aber auch Holz der Pappel, Linde, Erle, Weide, Roßkastanie, in England schwarze Corneliuskirsche und Erle, in Italien nur Hanf, in Spanien Hanf, Flachs, Weinreben, Weiden, Oleander und Taxus, in Oesterreich Hundsbeer, Haselstrauch oder Erle; diese Vegetabilien eignen sich, wegen ihrer leichten Zerreiblichkeit, am besten zur Pulverfabrikation. Alle die genannten Substanzen geben bei der Verkohlung, die man in Cylindern, die denen der Gasanstalten ähnlich sind, in Gruben, in Kesseln, mittelst erhitzten Wasserdampfes, vornimmt, ungefähr 35 bis 40 Proc. Kohle. Wenn bei der Verkohlung des Holzes die möglichst niedrige Temperatur angewendet worden ist, so erhält man eine braune, glatte, mit vielen Querrissen versehene Kohle, die Rothkohle (charbon roux). Die durch Erhitzen in Cylindern gewonnene Kohle bezeichnet man ziemlich unpassend, zum Unterschied von anderer, durch Verbrennen von Holz in Gruben erhalten, mit dem Namen destillirte Kohle.

Reiben und Mengen der Materialien.

Die mechanische Bereitung des Schießpulvers zerfällt 1) in das **Reiben und Mengen der Materialien**, 2) in das **Pressen des Satzes**, 3) in das **Körnen**, 4) in das **Trocknen und Poliren**.

Das **Reiben** und Mengen der Materialien geschieht meistens in den **Pulvermühlen** mittelst Stampfen in Mörsern. Diese Mörser (Fig. 4) bestehen aus fast kugelrunden Oeffnungen A, die in einen schweren, eichenen Balken eingeklemmt worden sind. In diesen Oeffnungen bewegen sich die Pistille (Stempel) B, die an ihrer untern Seite mit einem Schuh von Bronze versehen sind, auf und nieder. Ein jeder dieser Mörser kann 20 Pfund Satz fassen. Zuerst bringt man in jeden Mörser $2^{1}/_{2}$ Pfund Kohle mit 2 Pfund Wasser; nach halbstündigem Schlagen, bei 40 Schlägen in der Minute, setzt man 15 Pfund Salpetermehl und $2^{1}/_{4}$ Pfund Schwefel hinzu, welcher letztere noch in einem Mörser für sich gepulvert worden ist. Um das Gemenge gleichförmig zu erhalten, bringt man dasselbe alle halbe Stunden in einen andern Mörser, und setzt nach Verlauf von ungefähr 4 Stunden ein halbes Pfund Wasser hinzu. — Eine andere Methode des Pulverisirens und Mengens der Materialien, die besonders bei den geringeren Pulversorten gebräuchlich ist, besteht in der Anwendung der **Pulverisirtrommeln**; letztere bestehen aus großen Trommeln, die sich langsam um ihre Axe bewegen, und in die man die Kohle und eine große Menge bronzener Kugeln von einem halben Zoll Durchmesser einschüttet. Die Kohle wird für sich gepulvert, darauf der Schwefel und zuletzt, nach Entfernung der bronzenen Kugeln, die man durch zinnerne ersetzt, der Salpeter zugesetzt.

Fig. 4.



Pressen des Satzes.

Der Satz muß vor weiterer Verarbeitung durch **Pressen** verdichtet werden. Dies geschieht, indem man das nach der letzteren Methode erhaltene Pulver mit $^{1}/_{10}$ Wasser befeuchtet, den gebildeten Teig in dünnen Schichten, die durch Leinwand getrennt sind, auf eine Kupferplatte bringt und die Schicht durch eine hydraulische Presse auf $^{1}/_{5}$ ihrer Dicke zusammenpreßt. Das Verdichten des Satzes durch Pressen ist für die Eigenschaften des zu erzielenden Pulvers von großem Einfluß. Je bedeutender

die Verdichtung ist, um so mehr wirksame Bestandtheile sind in einem gewissen Raume enthalten, um so weniger plötzlich zersetzt es sich aber auch und um so geringer ist demnach die Temperaturerhöhung und die Ausdehnung der Gase. Die Verdichtung ist unumgänglich; bei nur geringer Verdichtung zersetzt sich das Pulver durch seine ganze Masse hindurch plötzlich, die Gase werden in Folge der hohen Temperatur plötzlich ausgedehnt und das Pulver wirkt explosiv auf die Wände des Geschützes.

Körnen des Satzes. Die ziemlich feste Masse wird auf das Körnersieb gebracht, in welchem sich eine linsenförmige Scheibe aus hartem Holze befindet. Das Körnersieb (Schrotsieb) steht auf einem andern mit kleineren Löchern, dieses wieder auf einem dritten, und dies so fort bis zum untersten Siebe mit Oeffnungen von der Größe der Körner der gewünschten Pulversorte. Diese Siebe werden durch einen Krummzapfen in eine schnelle, kreisförmige Bewegung gesetzt. Durch die Holzscheibe wird die Masse durch die Löcher des Siebes hindurch gedrückt und gekörnt. Die Wichtigkeit des Körnens des Pulvers liegt auf der Hand. Wollte man diese Operation unterlassen und das Pulver als Staub anwenden, so wäre es nicht nur weit unbequemer und gefährlicher zu behandeln und zu transportiren, sondern auch seine Wirksamkeit wäre viel geringer, da es sich viel langsamer entzünden würde, was leicht zu erklären ist, wenn man in Betracht zieht, daß die Entzündung nur von Theilchen zu Theilchen fortschreitet. Ferner ist das gekörnte Pulver dauerhafter und weniger hygroskopisch als das Mehlpulver. Die Größe der Körner ist auf die Entzündung von großem Einflusse; je feiner gekörnt das Pulver ist, desto leichter theilt sich die Entzündung einiger Körner den danebenliegenden mit; bei grobkörnigem Pulver findet das Umgekehrte statt. Grobkörniges Pulver wirkt minder heftig als feinkörniges, daher wendet man für Geschütze, die mit großen Quantitäten Pulver geladen werden und deren Wände verhältnißmäßig geringe Elasticität besitzen, grobkörniges Pulver an, während das Stabeisen der Gewehre die plötzliche Gasentwickelung des feinkörnigen Pulvers aushält.

Trocknen des Pulvers. Das gekörnte Pulver wird entweder an der freien Luft bei günstigem Wetter auf Leinwand in dünnen Schichten ausgebreitet, deren Oberfläche man öfters erneuert, oder durch erwärmte Luft getrocknet. — Ehe das fertige Pulver in Fässer gepackt wird, befreit man es durch Sieben von unregelmäßigen, kleinen Körnern und von dem Staube. Die

Poliren des Pulvers. feinen Pulversorten, wie das Jagdpulver, werden vorher polirt.

Zu diesem Zwecke wird das gekörnte Pulver bei gewöhnlicher Temperatur zuerst getrocknet und in Tonnen (Rollfässer) geschüttet, die sich um ihre Axe drehen; dadurch erhalten die Pulverkörner eine glatte Oberfläche. Die Entzündlichkeit des Pulvers wird zwar durch das Poliren etwas verringert, das polirte Pulver hat aber vor dem unpolirten den Vorzug, daß es weniger leicht Wasser aus der Atmosphäre an sich zieht. Das polirte Pulver wird durch erwärmte Luft, die man vermittelst mit Wasserdampf geheizter Röhren erhält, getrocknet. — Man unterscheidet je nach der verschiedenen Anwendung und der Größe der Körner: Sprengpulver, Musketenpulver und Jagdpulver.

Eigenschaften des Schießpulvers.

Gutes Schießpulver muß folgende Eigenschaften besitzen: Es muß gleichförmig sein und eine schwarzblaue Farbe besitzen, es darf auf Papier nicht abfärben, es muß beim Drücken knirschen und doch sich nicht leicht zwischen den Fingern zerreiben lassen. Feines Pulver, auf einem weißen Papier entzündet, muß schnell verbrennen, ohne das Papier zu entzünden oder einen Rückstand zu hinterlassen. Am leichtesten kann das Pulver durch glühende Körper entzündet werden. Es läßt sich ferner durch Stoß und Schlag entzünden. Der Grad der schnellen Zersetzbarkeit ist eines der Hauptmerkmale für die Güte des Pulvers. Aber auch diese Eigenschaft hat zu gewissen Zwecken, wie z. B. bei der Anwendung des Pulvers zur Ladung der Geschütze ihre Grenze, da bei zu großer Schnelligkeit der Entzündung die Wände der Geschütze leiden würden. — Das Pulver muß vor Feuchtigkeit sorgfältig geschützt, aufbewahrt werden.

Zusammensetzung des Schießpulvers.

Das Schießpulver besteht ziemlich genau aus gleichen Aequivalenten salpetersaurem Kali und Schwefel, und 3 Aequivalenten Kohle, demnach in 100 Theilen aus:

74,84 Salpeter,
11,84 Schwefel,
13,32 Kohle (Nr. I.)

Mit dieser Zusammensetzung stimmt die der besten Jagd- und Flintenpulver überein. Die ordinären oder Sprengpulver enthalten auf gleiche Aequivalente Salpeter und Schwefel 6 Aequivalente Kohle, mithin in 100 Theilen:

66,03 Salpeter,
10,45 Schwefel,
23,52 Kohle (Nr. II.)

Producte der Verbrennung. Die Producte der Verbrennung lassen sich durch folgendes Schema verdeutlichen:

Bei Nr. I.

1 Aeq. salpetersaures Kali (KO, NO_5), 1 Aeq. Schwefel (S) und 3 Aeq. Kohle (3 C)

geben:

1 Aeq. Schwefelkalium (KS), 1 Aeq. Stickstoffgas (N) und 3 Aeq. Kohlensäuregas ($3\ CO_2$).

Bei Nr. II.

1 Aeq. salpetersaures Kali (KO, NO_5), 1 Aeq. Schwefel (S) und 6 Aeq. Kohle (6 C)

geben:

1 Aeq. Schwefelkalium (KS), 1 Aeq. Stickstoffgas (N) und 6 Aeq. Kohlenoxydgas (6 CO).

100 Gewichtstheile des Pulvers Nr. I. geben nach der Verbrennung 48,8 Th. Kohlensäure und 10,4 Stickstoffgas, zusammen 59,2 Th. Gas; 100 Gewichtstheile des Pulvers Nr. II. 54,8 Th. Kohlenoxydgas und 9,2 Th. Stickstoffgas, zusammen 64 Th. Gas. Wenn es demnach nur auf die Anzahl der Gasvolumina ankäme, so müßte das Pulver Nr. II. den Vorzug verdienen. Dennoch hat sich die Praxis seit den ältesten Zeiten für das Pulver Nr. I. ausgesprochen, da bei der Zersetzung des Schießpulvers nicht nur das Gasvolumen, sondern auch die dabei stattfindende Wärmeentwickelung in Betracht zu ziehen ist. Außer den erwähnten gasförmigen Verbrennungsproducten bilden sich kleine Mengen von salpetriger Säure, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff. Gay-Lussac erhielt aus einem Volumen Pulver (Nr. I.) 450 Volumina Gas. 100 Theile desselben bestanden aus 53 CO_2, 5 CO und 42 N, nach Chevreul aus 45,41 CO_2, 37,53 N, 4,87 CO, 8,1 NO_3 (?), 3,5 CH und 0,59 SH.

Das Schießpulver ist durch keine andere bekannte Substanz zu ersetzen, da andere ähnliche Stoffe, wie Knallquecksilber, chlorsaures Kali u. s. w. zu schnell explodiren und das Geschütz unfehlbar zertrümmern, andere Stoffe, wie die Schießbaumwolle, unter den Zersetzungsproducten Wasser und salpetrige Säure erzeugen, die auf die Wände des Geschützes und auf den nachfolgenden Schuß von großem Einflusse sind. Eben so wenig kann das

Knallpulver. **Knallpulver**, ein Gemenge von 3 Th. Salpeter, 2 Th. kohlensaurem Kali und 1 Th. Schwefel, das in einem Blechlöffel über der

Lampe erhitzt, heftig explodirt, als Ersatzmittel für das Schießpulver angewendet werden, da es durch seine ganze Masse hindurch auf einmal zersetzt wird und dabei eine solche Menge Gas erzeugt, daß die Geschützwände nicht widerstehen können ($3\ KO, NO_5 + 2\ KO, CO_2 + 5\ S = 3\ N + 2\ CO_2 + 5\ KO, SO_3$).

Pulverprobe. Um die Kraft des Schießpulvers zu messen, die bei gleichen Bestandtheilen von der mechanischen Bearbeitung abhängig ist, bedient man sich der Probemörser, der Stangenprobe und der Hebelprobe. Ersterer besteht aus einem bronzenen Mörser, der eine Kugel von $58^6/_{10}$ Pfund unter einem Winkel von 45^0 durch eine Ladung von 92 Gr. des Pulvers fortschleudert. Die Stangenprobe besteht aus einem vertikal liegenden Mörser, der durch 22 — 25 Gran Pulver ein Gewicht von 5 Pfunden hebt, das sich zwischen gezähnten Stangen bewegt. Aus der Höhe, bis zu welcher das Gewicht gehoben wird, läßt sich auf die Güte des Pulvers ein Schluß ziehen. Die Hebelprobe ist ein gleicharmiger Winkelhebel, an dessen vertikalem Ende ein Gewicht, und an dessen horizontalem Ende ein Mörser befindlich, der mit einer gewissen Quantität Pulver geladen wird; ein vorhandener Gradbogen giebt den tiefsten Stand des Hebels und auch den Winkel an, bis zu welchem er herabgedrückt wurde.

Analyse des Schießpulvers. Die Analyse des Schießpulvers wird auf die Weise vorgenommen, daß man aus einer gewogenen Menge Schießpulver den Salpeter mit Wasser auszieht, den aus Kohle und Schwefel bestehenden Rückstand wägt, denselben mit schwefligsaurer Natronlösung kocht, wodurch der Schwefel unter Bildung von unterschwefliger Säure entfernt wird, und das Gewicht der zurückbleibenden Kohle bestimmt. Genauer geschieht die Bestimmung des Schwefels und der Kohle, wenn man 1,5 — 2 Gr. des getrockneten Pulvers mit Salpetersäure unter Zusatz von etwas chlorsaurem Kali bis zum vollständigen Verschwinden des Pulvers, d. h. bis zur vollständigen Oxydation des Schwefels und der Kohle erhitzt, aus der mit Wasser verdünnten Lösung die Schwefelsäure mittelst Chlorbaryum fällt und aus der Quantität des schwefelsauren Baryts (y) die Menge des Schwefels (x) berechnet:

$$116,6 : 16 = y : x$$

Die Quantität der Kohle ergiebt sich aus dem Verlust *).

*) In der neueren Zeit ist von Augendre eine neue Art von Schießpulver zusammengesetzt worden. Es besteht aus 1 Th. krystallisirtem Blutlaugensalz, 1 Th.

Feuerwerkerei, chemische Principien derselben.

Chemische Principien der Feuerwerkerei. Unter dem Namen Feuerwerkssätze versteht man in der Artillerietechnik und in der Lustfeuerwerkerei gewisse Mischungen von brennbaren Körpern wie Kohle, Schwefel u. s. w., mit Sauerstoff abgebenden, d. h. die Verbrennung unterhaltenden Körpern, von welchen letzteren hauptsächlich der Salpeter und das chlorsaure Kali Anwendung finden. Diese Mischungen sollen je nach dem Zweck, den sie zu erfüllen haben, unter größerer oder geringerer Gas-, Licht- und Wärmeentwickelung bald schneller, bald minder schnell verbrennen. Je nach ihrer Bestimmung, nennt man diese Mischungen Brandsätze, Zündsätze, Leuchtsätze u. s. w.

Das Princip, das bei einer rationellen Anfertigung von Feuerwerkssätzen befolgt werden soll, ist, daß man von den Materialien keinen Ueberschuß weder der brennbaren Körper, noch der Verbrennungsunterhalter, und von den zur Verbrennung nichts beitragenden, fremden, jedoch unvermeidlichen Substanzen, wie z. B. von den die pulverförmigen Sätze zusammenhaltenden Bindemitteln, nur die unumgänglich nothwendige Quantität, anwende. Es läßt sich theoretisch sehr leicht ermitteln, in welchem Gewichtsverhältniß die brennbaren Körper und die Verbrennungsunterhalter unter einander zu mischen seien. So wäre es z. B. bei der Mischung von Salpeter und Schwefel behufs eines Feuerwerkssatzes, unzweckmäßig, auf ein Aequivalent Salpeter ein Aequivalent Schwefel (1) oder auf ein Aequivalent Salpeter vier Aequivalente Schwefel (2) anzuwenden; im letzteren Falle hätte man zu viel des brennbaren Körpers, im ersteren Falle zu viel des Verbrennungsunterhalters angewendet:

(1) S kann aus KO, NO_5 höchstens 3 O aufnehmen, daher bleiben 3 O unbenutzt.

(2) 4 S und KO, NO_5 geben entweder K S und 2 SO_3, oder ein Gemenge von KO, SO_3, K S und SO_2; in beiden Fällen ist Schwefel übrig, der unbenutzt bleibt.

---

weißem Zucker, 2 Th. chlorsaurem Kali. Die Bestandtheile werden einzeln gepulvert, dann mit der Hand gemischt und auf gewöhnliche Weise gekörnt und getrocknet. Dieses Pulver ist weiß und hat vor dem gewöhnlichen Pulver folgende Vorzüge: Es besteht aus unveränderlichen Substanzen; die Fabrikation erfordert weniger Zeit; der Staub hat dieselbe Wirkung wie das gekörnte Pulver. Ein Nachtheil dieses neuen Pulvers liegt darin, daß es die eisernen Läufe stark oxydirt, wodurch sich sein Gebrauch auf Bronzeläufe und zum Füllen der hohlen Projectile beschränkt.

In vielen Fällen sind wir aber nicht im Stande, theoretisch die Art der Zersetzung der Feuerwerkssätze anzugeben, weil die Verwandtschaftskraft der in den Sätzen in Wechselwirkung tretenden Körper von den bekannten Gesetzen abweicht, je nachdem Nebenumstände, die theoretisch noch nicht ermittelt sind, auf den Zersetzungsproceß ihren Einfluß ausüben. Die zweckmäßigsten Mischungsverhältnisse können bis jetzt nur durch Versuche ermittelt werden. Erst dann, wenn man die constant auftretenden Zersetzungsproducte der Feuerwerkssätze erkannt und gewisse Fragen bezüglich der Wärmeentwickelung bei der Verbrennung der brennbaren Körper in den Sätzen zu verschiedenen Oxydationsstufen, und bezüglich der specifischen Wärme beantwortet haben wird, erst dann wird man im Stande sein zur Beurtheilung des Werthes und der Wirksamkeit eines Satzes chemische Grundsätze anzuwenden.

Die gebräuchlichsten Feuerwerkssätze. Die am häufigsten angewendeten Sätze bestehen aus Salpeter, Schwefel und Kohle, und zwar in dem Verhältniß wie im Schießpulver, oder mit Ueberschuß von Schwefel und Kohle. Gewisse Sätze enthalten anstatt des Salpeters oder mit demselben chlorsaures Kali und gewisse Salze, welche letztere nicht zur Verbrennung wesentlich sind, sondern der Mischung während des Brennens ein lebhaftes Licht, oder eine bestimmte Färbung ertheilen. Hierher gehören die Signal- und Leuchtsätze.

Schießpulver. Feuerwerkssätze, die bei schneller Verbrennung große Quantitäten von Gas und stark treibende Kraft entwickeln sollen, enthalten vorzugsweise Schießpulver. Will man eine verhältnißmäßig langsame Verbrennung erzielen, so wendet man das Pulver in nicht gekörntem Zustande, als Mehlpulver und mehr oder minder stark zusammengepreßt, wie z. B. in den Raketen an. Beabsichtigt man dagegen eine plötzliche Verbrennung des Schießpulvers, wie z. B. in den Kanonenschlägen, so wendet man gekörntes Pulver an.

Salpeterschwefel. Der Salpeterschwefel ist ein Gemisch von 1 Aeq. Salpeter (75 Gewichtsth.) und 2 Aeq. Schwefel (25 Gewichtsth.), das als Hauptbestandtheil für diejenigen Sätze angewendet wird, welche langsamer verbrennen und zu gleicher Zeit starkes Licht entwickeln sollen. Für sich allein ist der Salpeterschwefel keiner Anwendung fähig, weil er nicht die zu seinem Fortbrennen nothwendige Wärme entwickelt, ferner als treibende

Kraft nicht benutzt werden kann, da er im günstigsten Fall nur 1 Aeq. schweflige Säure zu liefern im Stande ist:

$$KO, NO_5 + 2\ S = KO, SO_3 + SO_2$$

Aus diesen Gründen vermischt man den Salpeterschwefel entweder mit Kohle oder mit Mehlpulver. Ein solches Gemisch, das sich durch die Praxis bewährt hat und den Namen grauer Satz führt, besteht aus 93,46 Proc. Salpeterschwefel und 6,54 Mehlpulver. Dieses Gemisch wird als Grundmischung für andere Sätze benutzt, die langsam verbrennen und dabei intensives Licht entwickeln sollen. Bezüglich der Lichtentwickelung ist der graue Satz eine vorzügliche Mischung, weil sich bei der Verbrennung desselben ein nicht flüchtiges und unschmelzbares Salz, schwefelsaures Kali, bildet, das in der Flamme der verbrennenden Mischung zum Glühen gebracht wird. Alle Leuchtsätze, die bei ihrer Verbrennung farbiges Licht erzeugen sollen, müssen nach jenem Princip angefertigt sein, und namentlich muß das Salz, welches die Färbung erzeugen soll, bei der Temperatur der Verbrennung des Satzes noch feuerbeständig sein.

Grauer Satz.

Mischungen von chlorsaurem Kali.

Das chlorsaure Kali, KO, ClO_5 giebt im Gemisch mit brennbaren Körpern seinen Sauerstoff vollständig, leichter und mit größerer Schnelligkeit als der Salpeter ab. Man benutzt daher dieses Salz als Gemengtheil zu Sätzen, bei denen schnelle Entzündlichkeit und schnelle Verbrennung in Betracht kommen. Ein Gemisch von chlorsaurem Kali (80 Gewichtsth. $= KO, Cl\,O_5$) mit Schwefel (20 Gewichtsth. $= 2\ S$), Chlorkalischwefel genannt, wurde früher als Zusatz zu den schnell verbrennlichen Theilen solcher Feuerwerkssätze benutzt, welche aus langsamer verbrennlichen Salzen bestanden. Ein Gemenge von Schwefel, Kohle und chlorsaurem Kali stellt ein sehr wirksames Percussionspulver dar.

Frictions-Zündsatz.

Ein Gemenge von gleichen Gewichtstheilen Schwefelantimon und chlorsaurem Kali wird ausschließlich zur Zündung gebraucht; es ist durch Reibung, Schlag und Stoß entzündlich und findet zur Entzündung des Schießpulvers mittelst der sogenannten Schlagröhren in groben Geschützen Anwendung.

Satz zu Zündnadelgewehren.

Der Satz zu Zündnadelgewehren besteht wesentlich aus chlorsaurem Kali und Schwefelantimon. Die Gewichtsverhältnisse, in welchen beide Substanzen gemengt werden, sind nicht genau bekannt. Folgende Vorschrift liefert ein gutes Präparat: 16 Th. chlorsaures Kali,

8 Th. Schwefelantimon, 4 Th. Schwefelblumen, 1 Th. Kohlenpulver werden mit etwas Gummiwasser oder Zuckerwasser angefeuchtet, worauf man noch fünf Tropfen Salpetersäure hinzusetzt. Von diesem Satz befindet sich eine kleine Menge an der Patrone. Die Reibung einer im Augenblicke des Abdrückens schnell vorwärts geschobenen stählernen Nadel bewirkt die Entzündung des Satzes.

Brandsätze. Die Brandsätze bestehen wesentlich aus Mehlpulver und grauem Satz, und gewissen organischen Substanzen, wie Pech, Harz, Theer, die sich leicht entzünden und leicht verbrennlich sind, zu ihrer vollständigen Verbrennung jedoch eine viel längere Zeit brauchen, als die am langsamsten verbrennenden Feuerwerkssätze. Die Temperatur, die sich bei der Verbrennung der Sätze erzeugt, ist eine viel höhere, als die zum Entzünden von Holz erforderliche, sie ist aber zu schnell vorübergehend, um eine Entwickelung der brennbaren Gase aus dem Holze, die zum Fortbrennen desselben nothwendig ist, zu bewirken. Eine längere Zeit währende Hitze, erzeugen nur jene organischen Substanzen, indem sie, durch den Feuerwerkssatz entzündet, Kohlenwasserstoffe entwickeln, welche die Entzündung von Holz und ähnlichen brennbaren Körpern, bewirken.

Farbige Feuer. Von den Salzen, die zu farbigen Feuern Anwendung finden, sind es die salpetersauren Verbindungen des Baryts, Strontians und des Natrons, so wie das schwefelsaure Kupferoxydammoniak. Das sogenannte Kaltgeschmolzenzeug, aus grauem Satz, Mehlpulver und Schwefelantimon, die unter Branntwein zusammengerührt werden, bestehend, wird zum weißen Feuer benutzt. Die in der Kriegsfeuerwerkerei gebräuchlichen Mischungsverhältnisse sind folgende, für 100 Theile berechnet:

	Grün	Roth	Gelb	Blau	Weiß
Chlorsaures Kali . . .	32,7	29,7	—	54,5	—
Schwefel	9,8	17,2	23,6	—	20
Holzkohle	5,2	1,7	3,8	18,1	—
Salpetersaur. Baryt . .	52,3	—	—	—	—
" Strontian .	—	45,7	—	—	—
" Natron . .	—	—	9,8	—	—
Schwefelsaur. Kupferoxyd-Ammoniak . . .	—	—	—	27,4	—

Salpeter	—	—	62,8	—	60
Schwefelantimon . . .	—	5,7	—	—	5
Mehlpulver	—	—	—	—	15 *).

Unter den die Farbe ertheilenden Salzen sind selbstverständlich diejenigen die vorzüglichsten, deren Säure durch Sauerstoffabgabe den Verbrennungsproceß zu unterstützen im Stande ist. In dieser Beziehung würden die chlorsauren Salze der die Färbung ertheilenden Basen die vortheilhaftesten sein, da die Chlorsäure ihren Sauerstoff leichter und vollständiger abgiebt als die Salpetersäure. Der Anwendung dieser Salze stehen aber mehrere Hindernisse entgegen: sie werden theils an der Luft leicht feucht, theils zersetzen sie sich außerordentlich leicht, sogar freiwillig und unter Explosion, endlich sind sie noch nicht durch den Handel zu beziehen. — Anstatt der salpetersauren Salze des Baryts und des Natrons wendet man auch häufig die kohlensauren Salze an.

Kochsalz.

Kochsalz. Das **Kochsalz** oder **Chlornatrium** ($NaCl$) findet sich bekanntlich als **Steinsalz** in Salzflötzen im Innern der Erde in großen Massen. Es kommt mit Zwischenlagen von Thon und Gyps in großen, fast ganz reinen Stöcken in Massen von bedeutender Mächtigkeit, meist erst in Tiefen von 300 Fuß vor. Oft bildet auch mit Salz getränkter Thon und Gyps Lager von großer Ausdehnung. Unter Verhältnissen dieser Art läßt sich das Steinsalzgebilde von den Quellen des Neckars und der Donau an, durch Bayern bis Thüringen verfolgen. Von den ursprünglichen Lagerstätten ist sein secundäres Vorkommen zu unterscheiden. Atmosphärische Wasser, welche in die Tiefe dringen, lösen Salztheile auf und führen sie an die Oberfläche. Auf diese Weise entstehen sowohl einzelne Salzquellen, als auch Salzsümpfe und Salzseen, aus denen durch allmälige Verdampfung das Salz sich wieder abscheidet; damit steht auch das Vorkommen des Kochsalzes als Efflorescenz aus dem Boden der Salzsteppen (**Steppen**-

---

*) Es ist vielleicht nicht überflüssig, daran zu erinnern, daß das Zusammenreiben der Materialien sehr gefährliche Explosionen zur Folge haben kann. Die Materialien sind **einzeln** fein zu reiben und blos mit der Hand unter einander zu mengen.

salz, Wüstensalz, Erdsalz) im Zusammenhang. Das Kochsalz findet sich ferner in den Salzsoolen, d. h. in solchen Quellen, die in der Nähe der Salzflötze entspringen und von dem Salze derselben aufnehmen; es findet sich endlich im Meerwasser.

Steinsalz. An den Orten, an welchen das Steinsalz auf ursprünglichen Lagerstätten vorkommt, gewinnt man es entweder steinbruchmäßig in offenen Tagebauen, wie z. B. zu Cardona in Spanien, oder unterirdisch durch Bergbau, wie unter andern zu Wieliczka in Galizien. Oft wird aber auch das Steinsalz nicht in fester Gestalt gewonnen, sondern durch zugeführtes Wasser auf seiner Lagerstätte aufgelöst. Der unterirdische Auflösungsproceß wird entweder ausgeführt, indem man das Steinsalz anbohrt, und die durch die eindringenden Wasser in der Tiefe gebildete Soole gewinnt, wie es in Württemberg und anderen Gegenden Deutschlands geschieht; oder indem man auf der Steinsalzlagerstätte Weitungen (Salzkammern) aushauet, dieselben mit Wasser anfüllt, und die dadurch gebildete, gesättigte Soole zu Tage fördert. Dieses Verfahren ist im südlichen Bayern und in Salzburg gebräuchlich. Die gesättigte Salzlösung (Soole) wird unmittelbar auf die Pfannen gebracht und versotten. In Wieliczka findet sich eine unter dem Namen Knistersalz bekannte Varietät vor, die sich in Wasser unter Knistern löst *). Die rothe Färbung des Steinsalzes rührt von Eisenoxyd, in einzelnen Fällen von Infusorien her; die graue und blasse Farbe entsteht durch Beimengung einer bituminösen Substanz, daher das auf diese Weise gebildete Steinsalz mit der Zeit bleicht. — Im nördlichen Deutschland findet sich das Steinsalz weder so rein, noch auf so geeignetem Platze, um bergmännisch gewonnen werden zu können; man sucht deshalb durch Bohrlöcher die Steinsalzschicht zu erreichen und durch eingelassenes Wasser eine künstliche Salzsoole zu erzielen, die herausgepumpt und versotten wird.

Soolensalz. Aus den natürlichen Salzsoolen, deren Salzgehalt von 1 bis zu 24 Proc. beträgt (in der Kunstsprache 1 — 24löthig oder grädig),

---

*) Das sich aus dem Knistersalz unter kleinen Detonationen entwickelnde Gas ist ein sehr condensirtes Gasgemenge von Wasserstoff, Kohlenoxyd und ölbildendem Gas oder auch Sumpfgas. Die mikroskopischen Höhlen, in welche das Gas eingeschlossen ist, erleiden allmälig in dem Maße, als das Salz sich löst, eine Verdünnung ihrer Wände, die das Gas sehr bald befähigt, die Wände unter Explosion zu durchbrechen und zu entweichen.

gewinnt man entweder, wenn die Soole concentrirt genug (siedewürdig) ist, das Salz durch directes Versieden, oder man sucht zuerst bei salzarmen Quellen das überschüssige Wasser durch Verdunsten zu vertreiben. Zu diesem Zwecke hebt man in den Salinen die Soole vermittelst Pumpen auf
Das Gradiren. die Gradirhäuser. Ein solches Gradirhaus besteht wesentlich aus einer aus Dornen gebildeten Wand. Indem die durch Pumpen gehobene Soole durch die Dornen (Schlehdornen) strömt, verliert sie Wasser und außerdem setzen sich an den Dornen die meisten der in der Soole enthaltenen Unreinigkeiten als Dornenstein ab, der wesentlich aus Gyps und kohlensaurem Kalke besteht. In Folge der Bildung des Dornensteins muß die Dornenwand nach 6—8 Jahren erneuert werden. Das Gradiren ist demnach ein Abdampfungs- und ein Reinigungsproceß. Die nach Umständen ein oder mehrere Male gradirte Soole sammelt sich in unter den Gradirhäusern befindlichen Reservoirs (den Soolekästen) an. Aus diesen Kästen wird die Soole in die Siedepfannen geleitet, die aus zusammengenieteten Eisenblechplatten bestehen; sie sind 30 Fuß lang und 21 Zoll tief.
Sieden. Die Pfanne wird mit der Soole, welche 18—24 Proc. Kochsalz enthält, bis auf 11 Zoll angefüllt, und die während des Siedens verdampfende Soole fortwährend durch neue ersetzt, bis sich auf der Oberfläche Krystalle von Kochsalz ausscheiden. Die während des Siedens (des Störens) sich absetzenden Unreinigkeiten werden vermittelst einer Krücke entfernt. — Ueber der Siedepfanne befindet sich ein hölzernes Dach, welches in den Brüthenfang (Brodenfang) endigt. Um das Dach herum befinden sich Kästen, in welche man das herausgekrückte Salz, das sich aus der Soole ausscheidet (das Soggen), abtropfen läßt. Das abgetropfte Salz harkt man in Körbe und schüttet es aus diesen auf Horden und trocknet auf diesen das Salz in den Trockenkammern. — Auf dem Boden der Siedepfanne scheidet sich mit der Zeit ein fester Bodensatz, der Pfannenstein, ab, der wesentlich aus Gyps, Kochsalz und Glaubersalz besteht. Der Pfannenstein und der oben erwähnte Dornenstein werden im gepulverten Zustande als Düngemittel (Düngesalz) angewendet.

Die nach Ausscheidung des weißen Salzes in der Pfanne zurückbleibende Mutterlauge wird in besondern Pfannen weiter versotten, wobei sich
Gelbes Salz. gelbes Salz (Viehsalz) ausscheidet. — Die von dem gelben Salze zurückbleibende Lauge, welche dunkelbraun, dickflüssig ist und nicht mehr krystallisiren kann, besteht aus organischen Substanzen, Chlor-

magnesium und häufig auch aus Brommagnesium. Ist die Menge des letztern nicht zu unbedeutend, so wird die Mutterlauge auf Brom verarbeitet.

Die Mutterlauge.

Seesalz.

Das Meerwasser enthält ungefähr 3 — 4 Proc. feste Bestandtheile, von denen das Kochsalz ziemlich $^5/_6$ beträgt. Das Wasser des mittelländischen Meeres in der Nähe von Cette enthält in 100 Theilen:

Chlornatrium	2,99
Bromnatrium	0,05
Chlorkalium	0,05
Chlormagnesium . . .	0,32
Schwefelsaure Talkerde .	0,24
Schwefelsauren Kalk . .	0,13
Kohlensauren Kalk . .	0,01
Eisenoxyd	Spur
	3,76

Man gewinnt das Kochsalz aus dem Meerwasser, indem man letzteres durch die Fluth in Vertiefungen (Salzgärten) nächst des Strandes eindringen und durch die Sommerwärme verdunsten läßt. Das erhaltene rohe Salz wird durch Umkrystallisiren oder dadurch gereinigt, daß man dasselbe nach der Verdrängungsmethode von dem anhängenden Chlormagnesium befreit. In einigen Gegenden Englands wird das Seewasser durch Sieden concentrirt, in Holland wird es gradirt, in Sibirien läßt man es gefrieren, wodurch das Salz ausgeschieden wird. Dieses Salz heißt Meersalz, Seesalz oder Boysalz, es enthält nicht unbedeutende Mengen von schwefelsaurer Magnesia, Chlormagnesium und Wasser.

Anwendung des Kochsalzes.

Das Kochsalz wird in der Küche, in der Landwirthschaft, zur Darstellung von Glaubersalz, Salzsäure, von Chlor, zum Glasiren thönerner Geschirre und zur Fabrikation der Soda und anderer Natronsalze benutzt.

Soda.

Soda.

Die Soda oder das kohlensaure Natron (NaO, CO_2) findet sich in der Natur als Bestandtheil vieler Mineralquellen, z. B. der zu Carlsbad, Burtscheid bei Aachen, des Geysers, ferner als Auswitterung an

vulkanischen Gesteinen, so wie als anderthalb kohlensaures Natron ($2\,NaO + 3\,CO_2$) in großer Menge in der Berberei, wo es die Erdoberfläche überzieht und Trona genannt wird. In Seen aufgelöst kommt es in Fezzan und in Aegypten, ferner in Columbien in Südamerika vor; in letzterem Staate krystallisirt es in der heißen Jahreszeit aus den Seen heraus und wird von den Indianern Urao genannt und zur Bereitung des Mo, eines Gemenges von Urao und Tabakextract gebraucht, das zur Erregung der Nerven und zur Speichelabsonderung von den Eingebornen in den Mund genommen wird. — Die natürliche Soda kommt aber in zu geringer Menge vor, um zu technischen Zwecken angewendet werden zu können. Man stellt deshalb die künstliche Soda dar, dies geschieht:

Trona.

Urao.

Künstliche Soda durch Verbrennen von Strandpflanzen.

1) entweder durch Verbrennen von Strandpflanzen,
2) oder aus dem Kochsalz.

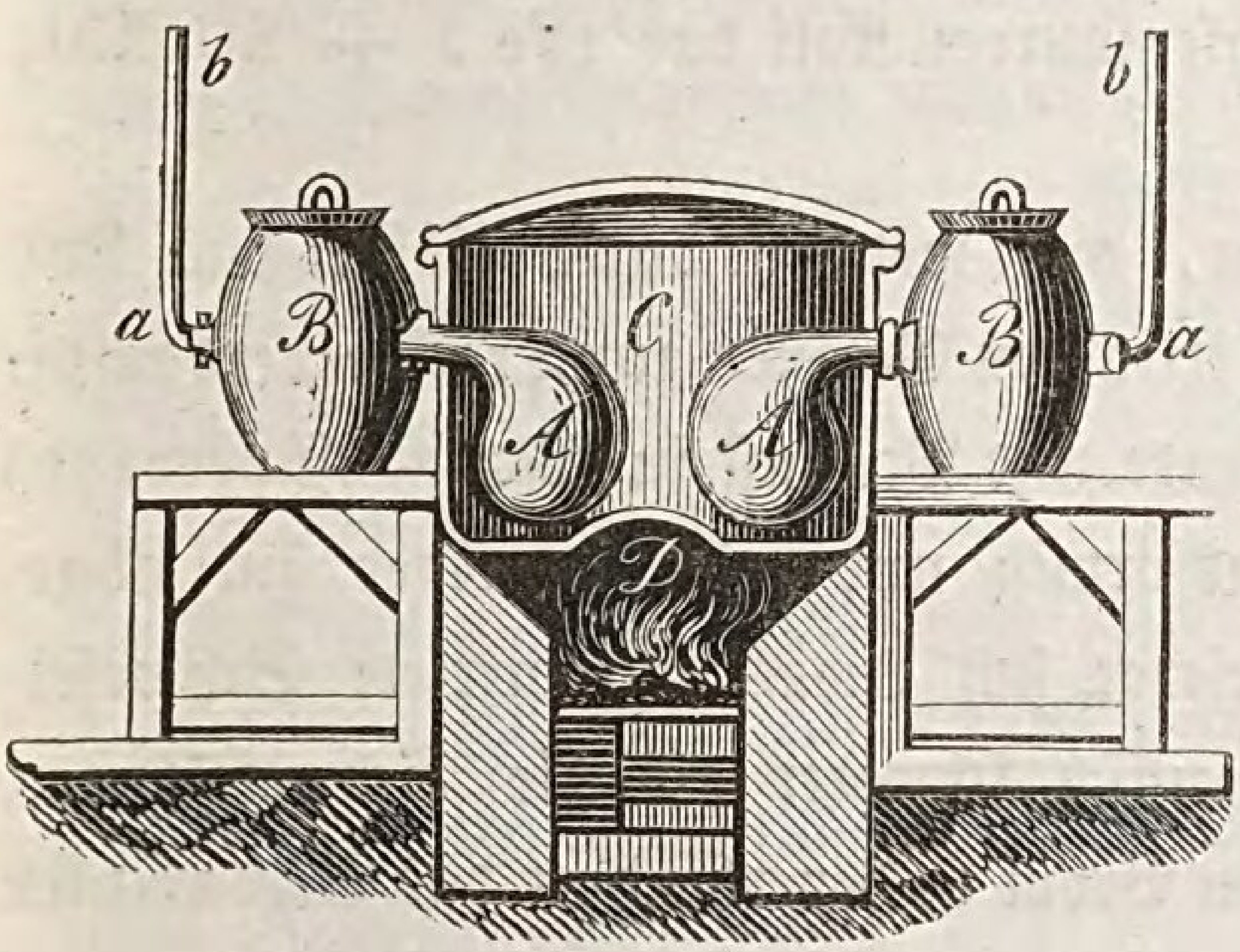
Künstliche Soda, durch Verbrennen von Strandpflanzen erzeugt. Ebenso wie die Binnenpflanzen aus dem Boden Kali aufnehmen, das wir durch Verbrennen derselben und Auslaugen der Asche gewinnen (siehe Potasche), ebenso enthalten die am Meeresgestade wachsenden Pflanzen unter ihren unorganischen Bestandtheilen mehr oder weniger Natron an organischen Säuren, wie an Oxalsäure (Kleesäure) gebunden, welche Verbindung beim Verbrennen der Pflanzen in kohlensaures Natron übergeht. Außer den im Meere selbst vegetirenden Fucusarten sind es besonders die Gattungen Salsola, Atriplex, Salicornia u. s. w., welche auf die erwähnte Weise verwendet und zu diesem Zwecke in einigen Gegenden cultivirt werden. Um aus diesen Pflanzen die Soda zu gewinnen, werden dieselben abgemäht, die Fucusarten zur Ebbezeit ans Land gebracht und am Strande getrocknet. Diese Pflanzen werden darauf in Gruben zu Asche verbrannt. Die Hitze steigert sich dabei so sehr, daß die Asche in Fluß geräth und nach dem Erkalten eine graubraune, schlackenartige Masse darstellt. Diese Masse führt den Namen rohe Soda. Der Gehalt derselben an kohlensaurem Natron ist sehr verschieden, er variirt von 3—30 Proc. Je nach den verschiedenen Gewinnungsarten und den verschiedenen Ländern nennt man die rohe Soda Barilla (enthält 25—30 Proc. kohlens. N.), Salicor (15 Proc. k. N.), Blanquette (3—8 Proc. k. N.), Kelp (1—2 Proc. k. N.) und Varec, in letzterer Sorte fehlt zuweilen das kohlensaure Natron gänzlich. Durch Auslaugen dieser Asche gewinnt man

Rohe Soda.

auf gleiche Weise wie bei der Potasche die krystallisirte Soda oder das kohlensaure Natron, von welchem weiter unten die Rede sein wird. Die rohe Soda enthält außer kohlensaurem Natron schwefelsaure Salze, Schwefelmetalle, Jod- und Bromnatrium. Die Gewinnung des Jodes und des Broms aus der rohen Soda wird in der Kürze beschrieben werden.

Jodgewinnung. Zur Gewinnung des Jods wendet man vorzugsweise den Kelp der Westküsten von Irland und den westlichen Küsten von Schottland an; zu diesem Zwecke wird derselbe mit Wasser ausgezogen, was ungefähr 50 Proc. Salze auszieht, die Lösung verdampft und die über den herauskrystallisirten Salzen stehende Mutterlauge, welche Jodmagnesium, Brommagnesium und Chlormagnesium, außerdem kohlensaures Natron enthält, genau mit Schwefelsäure gesättigt; hierbei entweichen Kohlensäuregas, Schwefelwasserstoff und schweflige Säure. Die Lauge wird nun entweder mit Schwefelsäure und Braunstein erhitzt, oder in dieselbe Chlorgas geleitet. Nach der letzteren Methode wird das Jod aus dem Jodmagnesium ausgeschieden und durch Chlor ersetzt ($MgJ + Cl = MgCl + J$). Das Jod ist in Wasser sehr wenig löslich und fällt als schwarzes Pulver zu Boden. Bei dieser Operation muß genau die zur Zersetzung des Jodmagnesiums nothwendige Menge Chlor angewendet werden; war die Menge des Chlors zu gering, so scheidet sich kein Jod aus; im entgegengesetzten Falle bildet sich Chlorjod und freies Brom, welche beide Körper zum Theil dampfförmig entweichen. Das abgeschiedene Jod wird von der darüber stehenden Flüssigkeit getrennt, zum Abtropfen in ein thönernes, mit Löchern versehenes Gefäß gebracht und auf Löschpapier vollends getrocknet.

Fig. 5.



Bei allen diesen Operationen muß die Anwendung von Metall vermieden werden. Das so erhaltene Jod wird durch Sublimation gereinigt. Zu dieser Operation dient der in beistehender Figur (Fig. 5) abgezeichnete Apparat, der aus steinernen Retorten A, A, die sich in dem Sandbade C befinden und der durch die Feuerung D erwärmt wird, besteht. In eine

jede dieser Retorten bringt man ungefähr 40 Pfund Jod, umschüttet sie vollständig mit Sand, damit sich kein Jod an dem oberen Theile condensire und den Retortenhals verstopfe. Der Retortenhals führt in die Vorlagen B B, in welchen sich das Jod krystallinisch ansetzt. Die zur Seite der Vorlagen befindlichen Röhren a b, a b, leiten die bei der Sublimation sich entwickelnden Wasserdämpfe ab.

Eigenschaften und Anwendung des Jods. Das Jod erscheint als ein schwarzgrauer, krystallinischer, metallglänzender Körper, dem Graphit nicht unähnlich, der sich beim Erhitzen in violette Dämpfe verwandelt. Das Jod löst sich etwas in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Eine Auflösung des Jodes mit Stärke zusammengebracht, färbt letztere violett. Vorgekommene Verfälschung des Jodes mit Kohlenpulver oder Graphit läßt sich durch Behandeln mit Alkohol oder durch Sublimation auffinden. Bisweilen hat man auch das Gewicht des Jodes durch Wasserzusatz zu vermehren gesucht. — Man wendet das Jod in größter Menge in der Photographie und Daguerreotypie, zur Bereitung des Jodquecksilbers, des Jodkaliums und anderer Arzneimittel an.

Jodkalium. Das Jodkalium ist ein in blendendweißen Würfeln krystallisirendes Salz, das man darstellt, indem man Jod mit Kalilösung zusammenbringt ($6\,J + 6\,KO = 5\,KJ + KO, JO_5$), das Gemenge von jodsaurem Kali und Jodkalium zur Trockne verdampft und den Rückstand bis zum Glühen erhitzt; es bleibt Jodkalium zurück, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird ($5\,KJ + KO, JO_5 = 6\,O + 6\,KJ$). Nach einer andern Methode zersetzt man Schwefelbaryum mit Jod, ($Ba\,S + J = Ba\,J + S$) und das entstandene Jodbaryum durch schwefelsaures Kali ($Ba\,J + KO, SO_3 = KJ + BaO, SO_3$); nach einer dritten Methode stellt man Jodkalium durch Zersetzen von Jodeisen mit kohlensaurem Kali dar ($Fe\,J + KO, CO_2 = KJ + FeO, CO_2$).

Bromgewinnung. Die Mutterlaugen, aus welchen durch Chlor das Jod ausgeschieden worden ist, werden in kleineren Gefäßen zur Trockne verdampft und die trockne Masse mit Schwefelsäure und Braunstein (Mangansuperoxyd) destillirt. Das Brom entweicht gasförmig und wird in einer gut abgekühlten Retorte aufgefangen, in welcher sich etwas concentrirte Schwefelsäure befindet. Das Brom ist specifisch schwerer als die Schwefelsäure, deshalb schwimmt die letztere auf dem Brom und verhindert das Verdampfen desselben. Die Theorie der Bromgewinnung läßt sich durch folgendes

Schema verdeutlichen, wobei wir annehmen, daß die abgedampfte Masse nur aus Brommagnesium besteht:

1 Aeq. Brommagnesium (MgBr), 1 Aeq. Mangansuperoxyd (MnO_2) und 2 Aeq. Schwefelsäure (2 SO_3)

geben:

1 Aeq. schwefelsaure Magnesia (MgO, SO_3), 1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3) und 1 Aeq. Brom (Br.)

Eigenschaften und Anwendung des Broms. In Deutschland stellt man z. B. in Schönebeck Brom aus der Mutterlauge der dortigen Saline dar.

Das Brom erscheint bei gewöhnlicher Temperatur als eine dunkelrothbraune, syrupdicke Flüssigkeit von höchst unangenehmem Geruch. Man wendet das Brom ähnlich dem Jod in der Photographie und als Arzneimittel an.

Künstliche Soda aus dem Kochsalz. Der fortwährend steigende Bedarf an Soda rief das Bedürfniß hervor, Methoden, um künstliche Soda darzustellen, ausfindig und die Binnenländer von den Küstenländern unabhängig zu machen. Du Hamel schlug schon im Jahre 1737 vor, das kohlensaure Alkali aus dem schwefelsauren Natron durch Schmelzen desselben mit Kohle ($NaO, SO_3 + 4 C = NaS + 4 CO$), Digeriren der geschmolzenen Masse mit Essigsäure, Abdampfen des entstandenen essigsauren Natrons und Glühen des Rückstandes, darzustellen ($NaO, C_4 H_3 O_3 = NaO, CO_2 + C_3 H_3 O$ Aceton). Margraff suchte schwefelsaures Natron mit Kalkstein zu zersetzen, seine Methode blieb jedoch erfolglos. Im Jahre 1775 zeigte Scheele, daß das Kochsalz zum Theil durch Bleioxyd zersetzt werde. Guyton und Carny zersetzten 1782 Kochsalz durch Schmelzen mit Feldspath. Die Umwandlung des schwefelsauren Natrons in ätzendes oder kohlensaures Natron war indeß von der größten Wichtigkeit. Die ersten Versuche schwefelsaures Natron in Schwefelnatrium umzuwandeln, wurden von Glauber, Stahl, Du Hamel und Andern dargestellt. Die Schwierigkeit lag nur daran, den Schwefel auszutreiben. Letzterer Chemiker bediente sich hierzu der Essigsäure. In dem Jahre 1784 aber wurde das noch heutzutage befolgte Verfahren von Le Blanc und Dizé entdeckt, und seit dem Jahre 1791 ausgebeutet. Das Verfahren bestand darin, daß durch kohlensauren Kalk das Schwefelnatrium in kohlensaures Natron umgewandelt wurde.

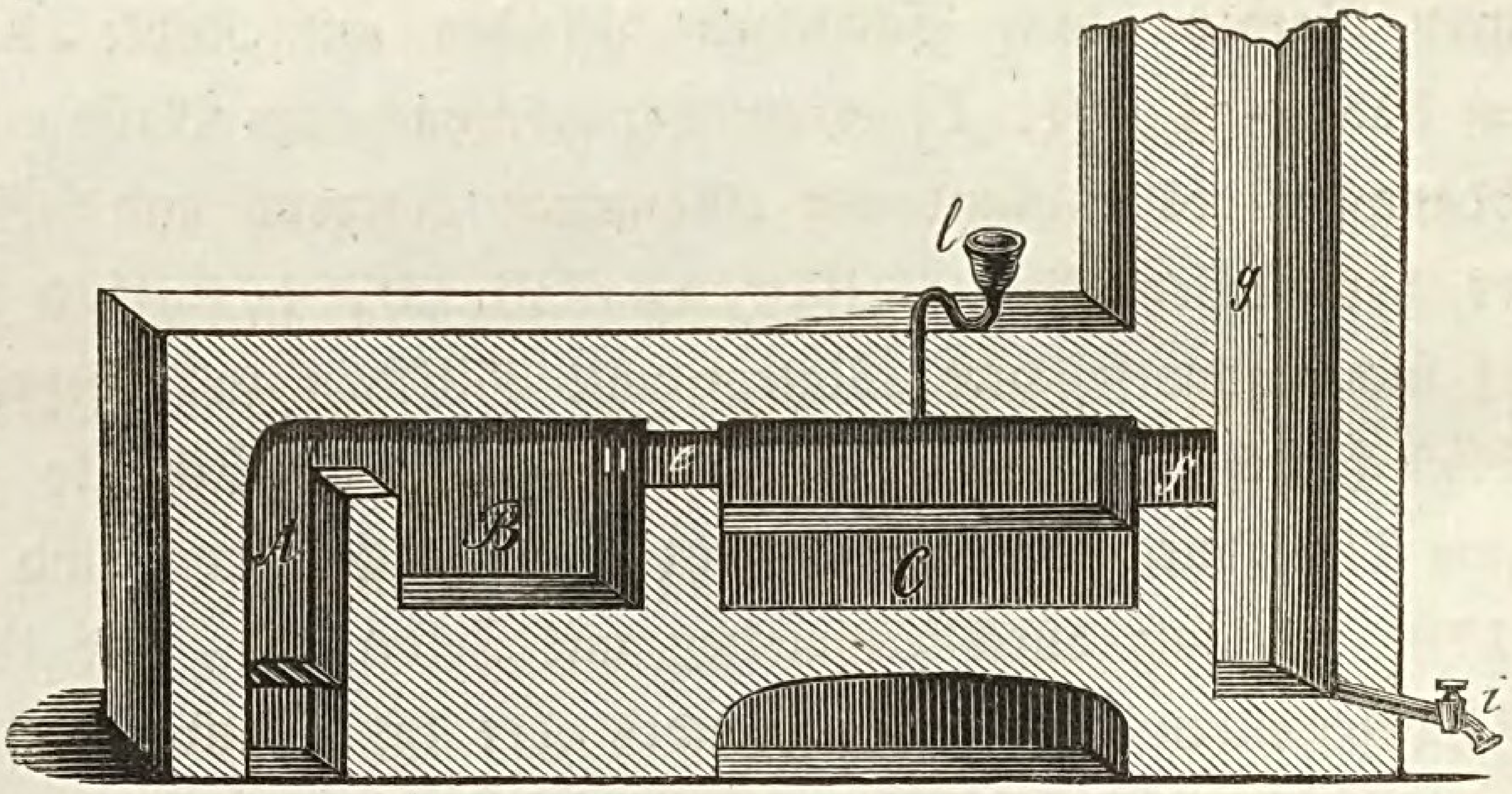
Der jetzt angewendete Proceß der Sodafabrikation zerfällt in folgende vier Hauptheile:

1) in die Erzeugung des Glaubersalzes aus Kochsalz und Schwefelsäure;
2) in die Umwandelung des Glaubersalzes in rohes kohlensaures Natron;
3) in den Proceß der Calcination der Soda;
4) in den Proceß der Erzeugung von kohlensaurem Natron.

Die Erzeugung von Glaubersalz aus Kochsalz und Schwefelsäure.

Der erste Theil, der unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, ist die **Zersetzung des Kochsalzes mittelst Schwefelsäure und die Erzeugung von schwefelsaurem Natron und von Salzsäure**. Die Zersetzung des Kochsalzes wird entweder in geeigneten Gefäßen vorgenommen, um die Salzsäure auffangen zu können (siehe bei der Salzsäure), oder aber man bedient sich zur Zersetzung besonderer Flammenöfen, wobei die Salzsäure unbenutzt verloren geht. Beistehende Figur 6 zeigt uns einen solchen Flammenofen im Durchschnitte, A ist der Feuerraum, hinter demselben befindet sich der erste Arbeitsraum B,

Fig. 6.



aus welchem die Flamme durch e in den zweiten Arbeitsraum C tritt. Die Arbeit beginnt in dem zweiten Arbeitsraum C, der mit Bleiplatten ausgefüttert ist; man bringt in diesen Raum das Kochsalz und gießt durch den Trichter l die zur Zersetzung nothwendige Schwefelsäure darüber; auf 100 Th. Kochsalz rechnet man 137 Th. Schwefelsäure, wie sie aus den Bleikammern abläuft; dadurch erhält man durchschnittlich 116 Th. Glaubersalz. Wenn die Gasentwickelung der heißen Masse in C aufgehört hat, wird sie weiter erhitzt, bis sie ruhig fließt, von da in den Raum B gebracht und erhitzt, bis sich weder Salzsäure noch Wasser mehr entwickeln. Der

Proceß der Umwandlung des Kochsalzes in Glaubersalz geht auf folgende Weise vor sich:

1 Aeq. Kochsalz ($ClNa$) und 1 Aeq. Schwefelsäurehydrat (SO_3, HO)

geben:

1 Aeq. Glaubersalz (NaO, SO_3) und 1 Aeq. Salzsäure (ClH).

Ist mit der Sodafabrik eine Chlorkalkfabrik verbunden, so mengt man das zur Zersetzung angewendete Kochsalz mit Braunstein (MnO_2) und übergießt es dann wie oben mit Schwefelsäure, es entwickelt sich hierbei keine Salzsäure, sondern Chlorgas ($ClNa + MnO_2 + 2\ SO_3 = NaO, SO_3 + MnO, SO_3 + Cl$); das zurückbleibende Glaubersalz ist aber mit schwefelsaurem Manganoxydul verunreinigt, dessen Schwefelsäure durch Glühen der Masse mit einer neuen Menge Kochsalz verwerthet werden kann.

Umwandelung des schwefelsauren Natrons in rohes kohlensaures Natron.

Wir betrachten nun den zweiten Theil des Processes, nämlich die Umwandelung des schwefelsauren Natrons in rohes kohlensaures Natron. Diese Umwandelung wird durch die vereinigte Einwirkung von Kohle und kohlensaurem Kalk bewirkt. Zu diesem Zwecke mengt man gleiche Theile Glaubersalz und gepulverten Kalkstein (kohlensauren Kalk) mit $^2/_3$ Th. Kohlenklein (Abfälle von Kohlen), bringt das Gemenge dann auf die Sohle eines gewöhnlichen Flammenofens und erhitzt stark. Wenn die Masse weich zu werden beginnt, wird sie mit Krücken bearbeitet, damit der Wärme eine stets erneuete Oberfläche dargeboten werde. Sobald die Masse Teigconsistenz angenommen hat, beginnt die chemische Einwirkung und es steigen aus dem Brei viele Flämmchen von entzündetem Kohlenoxydgas empor. Die Gasentwickelung nimmt an Heftigkeit zu, bis die ganze Masse zu sieden scheint. Wenn die Gasentwickelung aufgehört hat, ist die Operation beendigt, die geschmolzene Masse wird aus dem Ofen gescharrt und erkalten gelassen. Die so erhaltene Masse ist die rohe Soda. Der Vorgang ihrer Bildung läßt sich auf folgende Weise erklären:

1) Die Kohle verbrennt auf Kosten des Sauerstoffs des schwefelsauren Natrons, und bewirkt dadurch die Bildung von Schwefelnatrium und Kohlenoxydgas:

1 Aeq. Glaubersalz (NaO, SO_3) und 4 Aeq. Kohle ($4\ C$)

geben:

1 Aeq. Schwefelnatrium (NaS) und 4 Aeq. Kohlenoxydgas ($4\ CO$).

2) Das auf diese Weise gebildete Schwefelnatrium wird durch den kohlensauren Kalk unter Bildung von kohlensaurem Natron und Schwefelcalcium zersetzt:

1 Aeq. Schwefelnatrium (NaS) und 1 Aeq. kohlens. Kalk

geben:

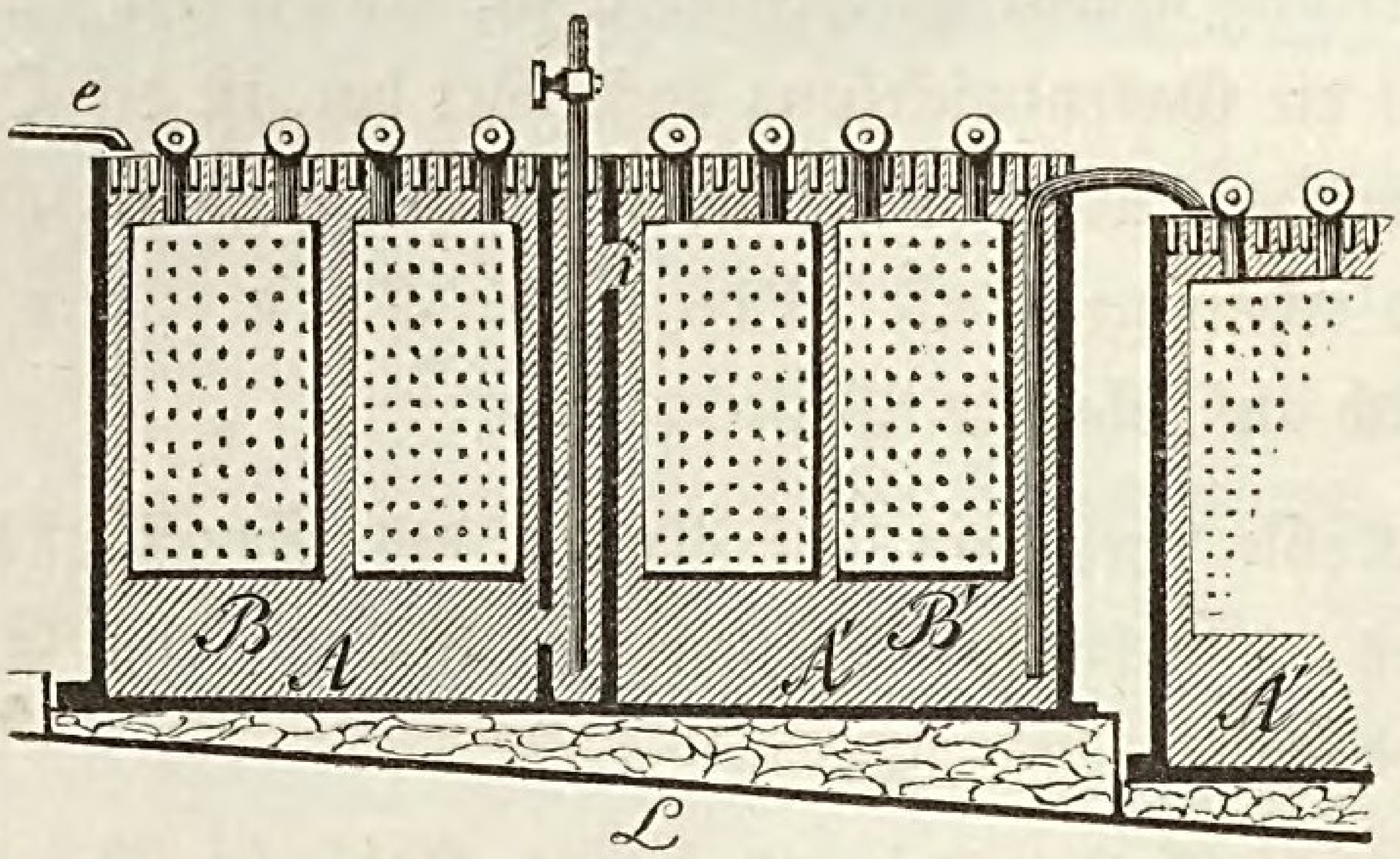
1 Aeq. Schwefelcalcium (CaS) und 1 Aeq. kohlens. Natron.

Die rohe Soda enthält außer kohlensaurem Natron, Aetznatron (11 — 25 Proc.), Glaubersalz (1 — 3 Proc.), Kohle, Sand, Eisen und Calciumoxysulfuret, d. i. eine Verbindung von Schwefelcalcium mit Aetzkalk (3 CaS + CaO). Wollte man die nach obiger Formel erhaltene Verbindung (NaO, CO_2 + CaS) mit Wasser ausziehen, um das kohlensaure Natron aufzulösen, so würde eine umgekehrte Einwirkung stattfinden und von Neuem Schwefelnatrium und kohlensaurer Kalk gebildet werden. Um diesem Uebelstande zu begegnen, wird ein bedeutender Ueberschuß an Kalk und zwar zweimal so viel als nach der oben angeführten Formel nothwendig sein würde, angewendet. Dieser überschüssige Kalk bewirkt die Bildung einer in Wasser unlöslichen Verbindung, welche die Formel 3 CaS + CaO hat.

Bereitung der calcinirten Soda aus der rohen Soda.

Die dritte Abtheilung der Sodafabrikation ist die Bereitung der calcinirten Soda aus der rohen Soda. Zuerst ist es nothwendig, aus der zusammengeballten Soda alle löslichen Theile auszuziehen. Die Ausziehung geschieht durch Digestion mit warmem Wasser. Die zum Ausziehen angewendeten Gefäße sind eiserne Gefäße **A A** (siehe beistehende Figur), die durch eingesetzte Doppelwände in zwei Theile

Fig. 7.



getheilt sind; in diese Gefäße hängt man in blecherne, durchlöcherte Kästen **B B** die rohe Soda. Diese Auslaugegefäße sind terrassenförmig neben

einander aufgestellt, so daß das aus dem erstern Gefäß ausfließende Wasser durch sämmtliche Bottiche nach einander fließt. Indem nun das erste Gefäß mit warmem Wasser angefüllt wird, während bei e fortwährend Wasser zufließt, strömt die Lösung in die folgenden Bottiche, so daß man endlich eine gesättigte Lösung erhält. Die aus dem letzten Bottich ausfließende Lauge wird in eine eiserne oder flache bleierne Pfanne gelassen, der in den Gefäßen übrigbleibende Rückstand aber nicht weiter benutzt und weggeworfen. Die Auflösung wird in der Pfanne zur Trockne verdampft. Die zurückbleibende Masse ist die calcinirte Soda oder Sodaasche (Soda ash); sie enthält gegen 70 Proc. kohlensaures Natron, 15 Proc. Aetznatron und gegen 1,5 — 2 Proc. Schwefelnatrium. Tilghmann hat eine neue Methode der Sodaerzeugung vorgeschlagen, die, wenn ihre Ausführbarkeit im Großen sich bestätigt, der gegenwärtigen Sodaindustrie einen großen Umschwung bewirken dürfte. Die Verwandelung des Kochsalzes in Soda geschieht nach dieser Methode nur durch die Einwirkung von Wasserdampf und Thonerde in der Glühhitze. Es bildet sich Salzsäure, die gasförmig entweicht, während thonsaures Natron (Natronaluminat) zurückbleibt, das man mit Wasser auslaugt; die Flüssigkeit wird durch Kohlensäure zersetzt. Der Vorgang bei dieser Methode läßt sich durch folgende Formel ausdrücken:

Calcinirte Soda.

Tilghmann's Verfahren der Sodafabrikation.

$$Al_2O_3 + 3\,ClNa + 3\,HO = Al_2O_3,\,3\,NaO + 3\,ClH.$$

Nach einer anderen Angabe Tilghmann's soll man über ein rothglühendes Gemenge von Gyps und Kochsalz Wasserdämpfe leiten, die geglühte Masse mit Wasser ausziehen, das erhaltene Glaubersalz mit Thonerde mengen und dann wie in dem erst erwähnten Falle behandeln.

Krystallisirtes kohlensaures Natron.

Beabsichtigt man aus der calcinirten Soda krystallisirtes kohlensaures Natron darzustellen, so wird dieselbe in einem Flammenofen mit Kohle (Sägespänen) stark erhitzt, dadurch wird das Schwefelnatrium zu Glaubersalz oxydirt und sämmtliches Aetznatron in kohlensaures Salz verwandelt. Die calcinirte Masse wird in siedendem Wasser gelöst, bis die Lösung ein specifisches Gewicht von 1,250 zeigt. Will man kleine Krystalle ($NaO, CO_2 + HO$) erhalten, so soggt man die bei einem gewissen Concentrationspunkte sich ausscheidenden Krystalle aus der Flüssigkeit heraus. Die besonders in der kälteren Jahreszeit erhaltenen großen Krystalle von kohlensaurem Natron enthalten 10 Aeq. oder $62^1/_2$ Proc. Wasser ($NaO, CO_2 + 10\,HO$). Die rohe Soda wird

hauptsächlich zur Glasfabrikation und zur Seifensiederei angewendet. Die im Handel vorkommende Soda enthält meistens Natronhydrat, das absichtlich durch überschüssig zugesetzte Kohle zur glühenden Masse erzeugt worden ist. Zur letztern wird die Soda durch Aetzkalk in Aetznatron verwandelt; eine Auflösung des letztern führt den Namen Seifensiederlauge.

Anwendung der Soda.

Zweifach kohlensaures Natron.

Das zweifach oder doppelt kohlensaure Natron (Bicarbonate de soude) $= NaO, 2\,CO_2 + HO$, ein in der neueren Zeit zur Anfertigung kohlensäurehaltiger Getränke vielfach angewendetes Salz, wird dargestellt, indem man krystallisirtes kohlensaures Natron ($NaO, CO_2 + 10\,HO$) in grob gepulvertem Zustande auf mit nicht zu dichter Leinwand überspannten Rahmen ausbreitet, und in besonderen Kammern so lange mit Kohlensäuregas behandelt, bis das einfach kohlensaure Natron vollständig gesättigt ist, was man daran erkennt, daß eine concentrirte Quecksilberchloridlösung durch die Lösung weiß gefällt wird. Bei dieser Umwandelung werden durch die Einwirkung der Kohlensäure aus dem neutralen Salze 9 Aeq. Wasser entfernt, dafür 1 Aeq. Kohlensäure aufgenommen. Das frei werdende Wasser löst einen Theil des kohlensauren Salzes auf, die Lösung fließt ab und wird in einem Gefäß aufgefangen. Die zur Bildung des zweifach kohlensauren Natrons erforderliche Kohlensäure wird durch Zersetzen von Marmor oder Magnesit mit Salzsäure erhalten.

Materialien und Producte der Sodafabrikation.

Materialien und Producte der Sodafabrikation.

Zu den Materialien gehören der Schwefel und die daraus dargestellte Schwefelsäure, zu den Producten die Salzsäure, zwischen beiden steht das Glaubersalz.

Schwefel.

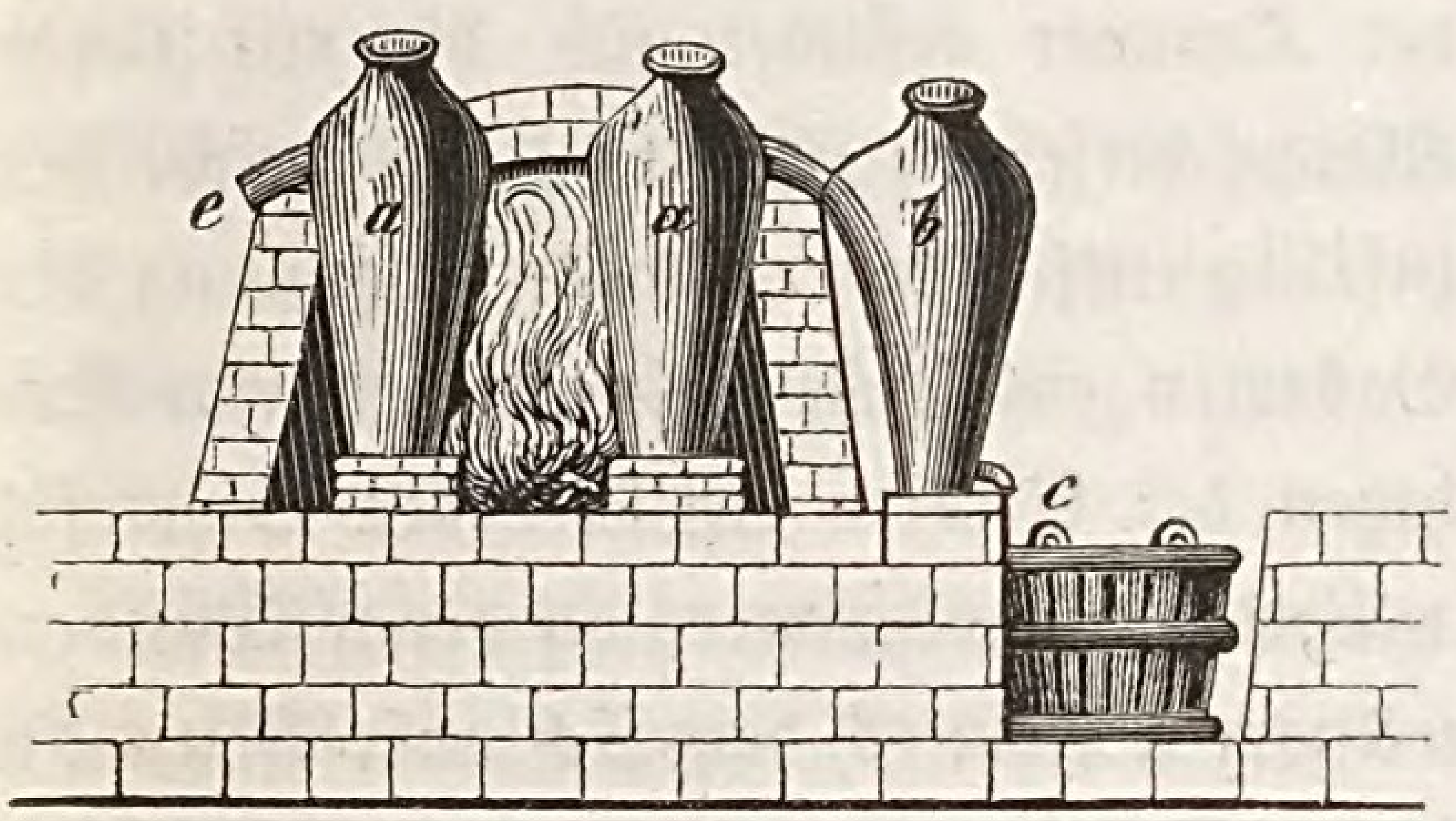
Schwefel.

Dieser einfache Körper findet sich in der Natur in großer Menge, selten rein, meist an Metalle gebunden (Schwefelmetalle oder Sulfurete), oder mit Sauerstoff als Schwefelsäure in vielen Mineralien, wie in dem Gyps, dem Schwerspath, dem Cölestin u. s. w. Der gediegene Schwefel findet sich in sehr verschiedenen Gebirgsformationen und Lager-

stätten, vorzüglich im Gyps und in den damit in Verbindung stehenden Thon- und Mergellagern, im Flötz und tertiären Gebirge; außerdem besonders in den Kratern mancher Vulkane. In Ländern, in denen der Schwefel in großer Menge (man giebt an, daß Sicilien $^{9}/_{10}$ des Schwefels liefert, der in den Handel gelangt) gediegen vorkommt, wie in Sicilien, bedarf der Schwefel nur einer Reinigung, um angewendet werden zu können. Diese Reinigung besteht entweder darin, daß man den vulkanischen, schwefelhaltigen Boden ausschmilzt und den ausgeschmolzenen, von den erdigen Bestandtheilen getrennten Schwefel erkalten läßt; oder, daß man den unreinen Schwefel in irdene, in einem Galeerenofen befindliche Töpfe a a bringt und den Schnabel dieser Töpfe durch ein Rohr mit ähnlichen Töpfen b in Verbindung setzt. Der Topf b hat bei c eine Oeffnung, durch welche der überdestillirte geschmolzene Schwefel in ein mit Wasser angefülltes Gefäß d abfließt. Siehe beistehende Zeichnung Fig. 8.

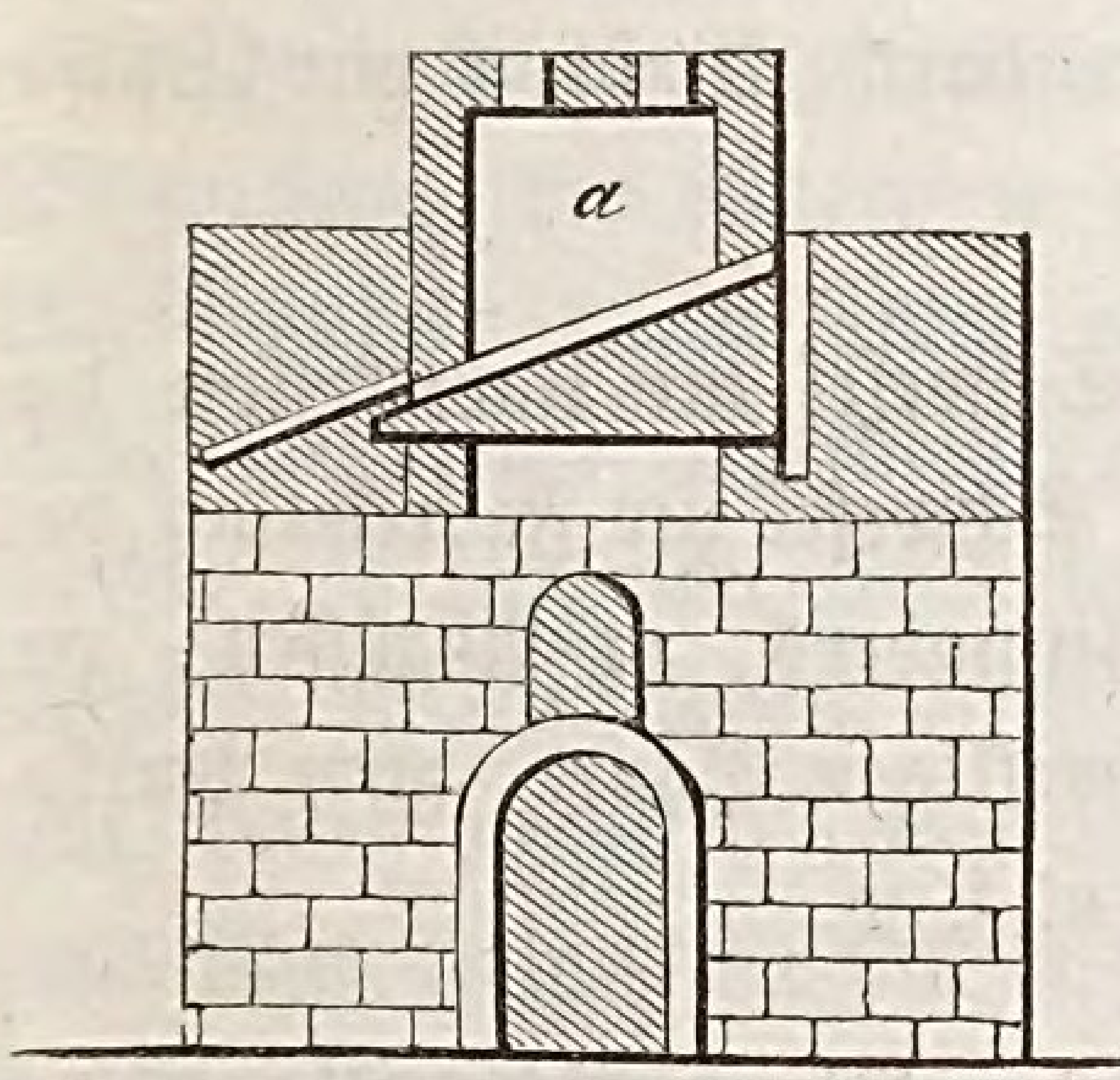
Gewinnung desselben.

Fig. 8.



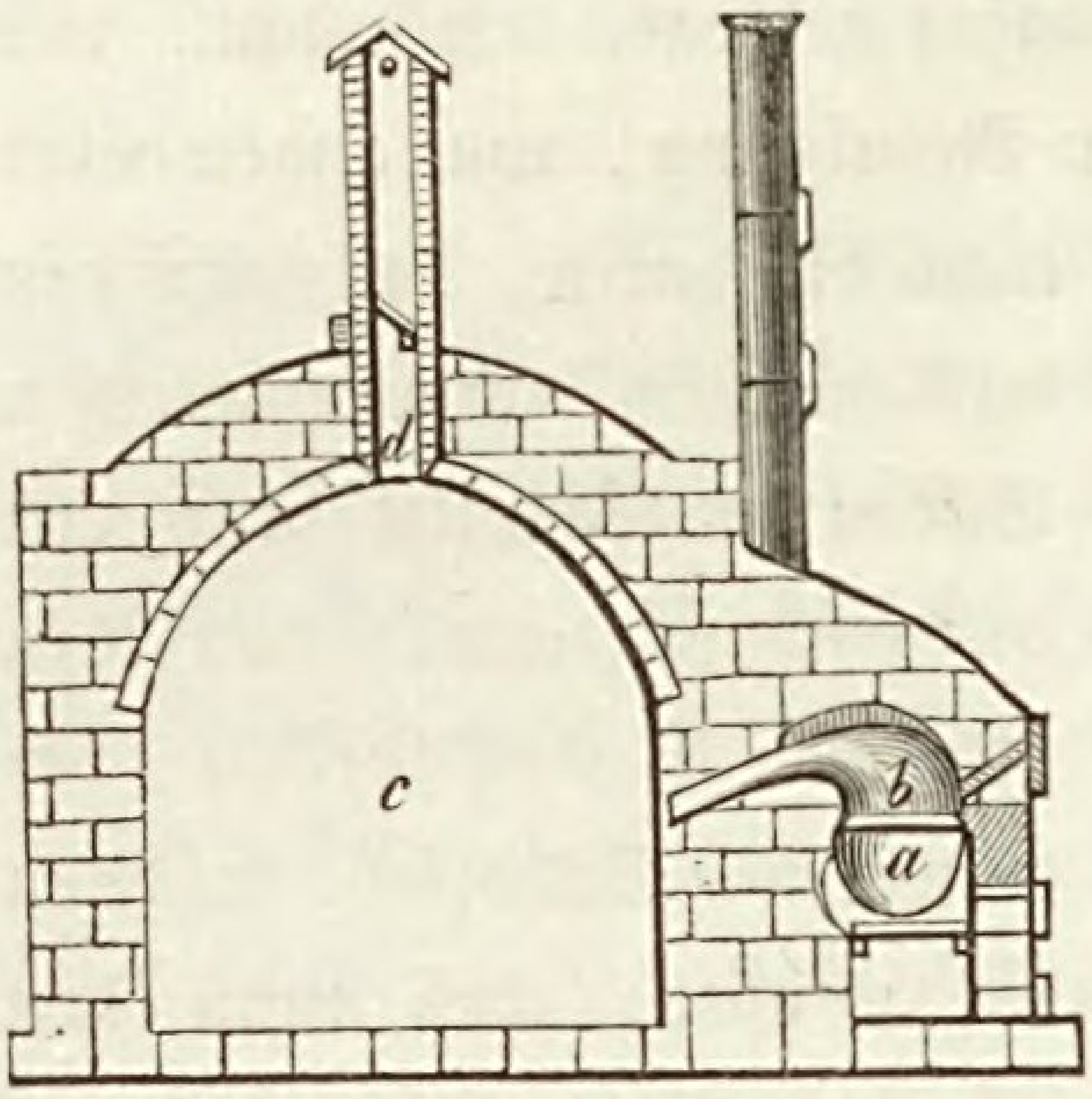
In Mitteldeutschland wendet man zur Darstellung des Schwefels den Schwefelkies (FeS_2) an. Zu diesem Zwecke erhitzt man den Schwefelkies in thönernen, konischen Röhren, welche, wie die Zeichnung Fig. 9 zeigt, geneigt über einer Feuerung liegen. Die höher liegende Oeffnung, durch welche der Schwefelkies eingetragen wird, ist während des Erhitzens verschlossen; aus der vorderen Oeffnung gelangt der flüssige Schwefel oder der Schwefeldampf in mit Wasser angefüllte Kästen. Der in den Röhren zurückbleibende S c h w e f e l b r a n d wird zur Fabrikation des Eisenvitriols benutzt. Man erhält aus dem Schwefelkiese 23 Proc. Schwefel ($4\ FeS_2 = Fe_4, S_5 + 3\ S$).

Fig. 9.



Reinigung des Rohschwefels. Der auf diese Weise erhaltene rohe Tropfschwefel wird behufs der Reinigung nochmals aus eisernen Retorten destillirt. Der gediegene Rohschwefel wird in der Umgegend von Marseille auf folgende Weise gereinigt. In gußeiserne Retorten a (Fig. 10) bringt man 800 Pfd. Rohschwefel und lutirt darauf den Helm b. Der Retortenhals mündet in die Verdichtungskammer c. An dem obern Theile der Kammer befindet sich die mit einer Klappe versehene Esse d, durch welche bei zufällig entstandener großer Spannung die Gasarten entweichen können. Beim Erhitzen der Retorte destillirt der Schwefel über und gelangt gasförmig in die Verdichtungskammer, an deren Wänden

Fig. 10.



Schwefelblumen. er sich in Gestalt eines zarten Pulvers, der Schwefelblumen absetzt. Bei längere Zeit fortgesetzter Destillation werden die Wände so heiß, daß die Schwefelblumen schmelzen und sich als geschmolzener Schwefel am Boden der Kammer absetzen. Der geschmolzene Schwefel wird in befeuchtete, hölzerne, etwas konische Formen gegossen und dadurch in **Stangenschwefel.** Stangenschwefel verwandelt. Will man nur Schwefelblumen erhalten, so muß die Destillation auf diese Weise vorgenommen werden, daß die Temperatur der Wände 105—108° nicht übersteigt. Die Schwefelblumen werden vermittelst einer besondern Thüre aus der Kammer entfernt und behufs des medicinischen Gebrauchs von der anhängenden schwefligen Säure und Schwefelsäure durch Waschen mit Wasser und nachheriges Trocknen befreit.

Anwendung des Schwefels. Als Rohschwefel dient der Schwefel zur Fabrikation der Schwefelsäure, als gereinigter oder raffinirter Schwefel zur Fabrikation des Schießpulvers, der Schwefelhölzchen, des Zinnobers, zu Abgüssen, zur Bereitung der zum Bleichen angewendeten schwefligen Säure, zum Vulkanisiren des Kautschuks und der Gutta Percha u. s. w.

Schweflige Säure. Schweflige Säure (SO_2). Wenn Schwefel an der atmosphärischen Luft bis zu einem gewissen Grade erhitzt wird, so entzündet er sich und verbrennt mit blauer Flamme zu einem erstickend riechenden

Gase, der schwefligen Säure. Diese Säure findet in den Gewerben zum Bleichen und zum Schwefeln häufig Anwendung; sie wird deshalb in der Kürze angeführt werden. Man stellt sie im Großen meist durch Verbrennen des Schwefels oder durch Rösten von Schwefelkies, seltener auf die Weise dar, daß man der Schwefelsäure (SO_3) ein Aequivalent Sauerstoff entzieht, wodurch dieselbe in schweflige Säure umgewandelt wird. Auf letztere Weise erhält man sie, indem man Silber (bei der Affinirmethode) oder Kupfer mit Schwefelsäure erhitzt, es bildet sich schweflige Säure, die gasförmig entweicht, während schwefelsaures Metalloxyd zurückbleibt, denn:

Darstellung derselben.

1 Aeq. Metall (M) und 2 Aeq. Schwefelsäure (2 SO_3)

geben:

1 Aeq. schweflige Säure (SO_2) und 1 Aeq. schwefelsaures Metalloxyd (MO, SO_3).

Oekonomischer verfährt man, wenn man Holzspäne mit Schwefelsäure übergießt und erhitzt, der Kohlenstoff des Holzes wirkt reducirend und oxydirt sich zu Kohlensäure ($2\,SO_3 + C = 2\,SO_2 + CO_2$). Berthier empfiehlt zur Darstellung der schwefligen Säure, in einer kleinen Retorte ein Gemenge von Braunstein (MnO_2) mit Schwefelblumen (2 S) zu erhitzen, es entwickelt sich schweflige Säure und Schwefelmangan (MnS) bleibt zurück, das in den chemischen Fabriken noch vortheilhaft zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff angewendet werden kann.

Anwendung derselben.

Die schweflige Säure wird entweder als Gas in ihrer wässerigen Lösung oder in Verbindung mit Basen (Kalk oder Natron) in Gestalt zweifach schwefligsaurer Salze angewendet. Man benutzt sie vorzugsweise zum Bleichen thierischer Substanzen, wie der Seide, Wolle, der Schwämme, der Federn u. s. w., welche Körper durch das gewöhnliche Bleichmittel, durch Chlor nicht entfärbt, sondern gelb gefärbt werden. Sie dient ferner zum Bleichen der Hausenblase, der Korb- und Strohgeflechte, so wie zum Entfernen von Obst- und Weinflecken aus Wäsche. Manche Pflanzenfarben werden durch diese Säure nicht gebleicht, sondern nur heller gemacht. Das Verhalten der organischen Farbstoffe gegen schweflige Säure läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Farbstoffe der meisten blauen und rothen Blumen, Früchte u. s. w. gehen mit der schwefligen Säure farblose Verbindungen ein; die Farbe ist aber nicht zerstört. Eine durch schweflige Säure gebleichte

Rose erhält durch Befeuchten mit verdünnter Schwefelsäure ihre ursprüngliche rothe Farbe wieder.

2) Die Farbstoffe der gelben Blumen verhalten sich indifferent gegen die schweflige Säure und werden durch dieselbe nicht gebleicht.

3) Manche Farben, wie der Indig, Carmin und das Seidengelb werden durch schweflige Säure dadurch gebleicht, daß letztere, namentlich unter dem Einflusse des Lichtes, den mit ihr gemengten Sauerstoff zur Oxydation, d. h. Zerstörung der genannten Farben bestimmt.

Es läßt sich daher allgemein sagen, daß das Bleichen durch schweflige Säure auf zwei wesentlich von einander verschiedene Ursachen zurückgeführt werden kann, nämlich in den meisten Fällen auf eine bloße Verhüllung, in einigen wenigen Fällen aber auf eine wirkliche Zerstörung des Farbstoffes.

Die sauerstoffentziehende Eigenschaft der schwefligen Säure hat man auch in der neueren Zeit benutzt, um brennende Essen zu löschen, indem man auf dem Heerde Schwefel verbrennt (Feuerlöschmittel). Die bekannte Anwendung der schwefligen Säure zum Schwefeln des Weines beruht darauf, daß diese Säure der in dem Wein aufgelösten atmosphärischen Luft den Sauerstoff entzieht, und den Wein dadurch haltbar macht; früher brachte man einfach den Wein in Fässer, in welchen vorher mit Schwefel getränkte Leinwand (Schwefeleinschlag) verbrannt worden war, jetzt schüttet man etwas schwefligsauren Kalk in die Fässer, welcher durch die Weinsäure des Weins zersetzt wird; der dadurch entstandene unlösliche weinsaure Kalk fällt zu Boden.

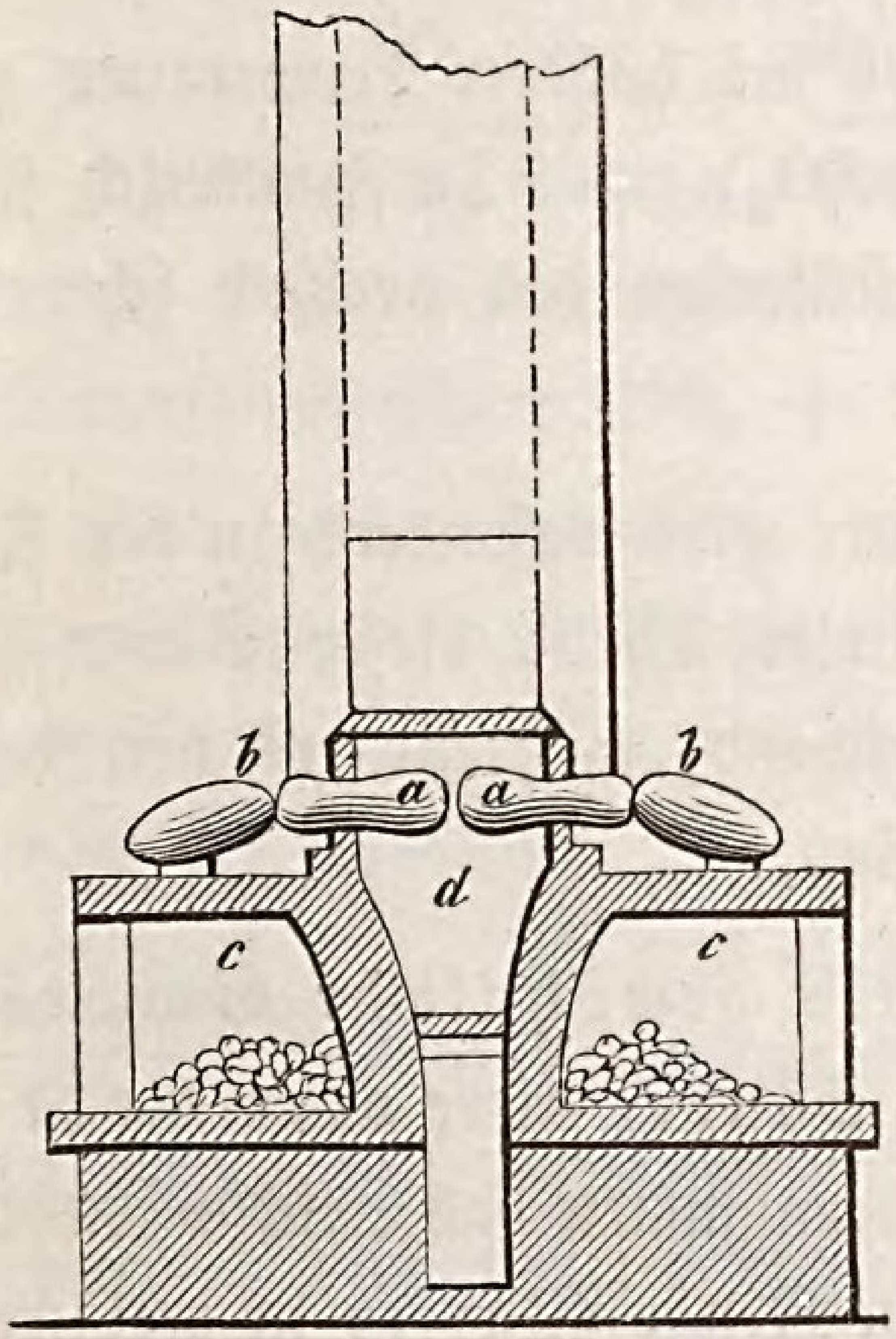
Schwefelsäurefabrikation.

Schwefelsäure. Die Schwefelsäure oder das Vitriolöl (SO_3) findet nur mit Wasser verbunden als Hydrat Anwendung in den Gewerben. Man unterscheidet Nordhäuser und englische Schwefelsäure, erstere stellt man aus schwefelsaurem Eisenoxydul durch Destillation, letztere aus der schwefligen Säure dar, indem man zu derselben ein Aequivalent Sauerstoff auf die Weise setzt, daß man sie mit Körpern, die leicht ihren Sauerstoff abgeben, zusammenbringt.

Nordhäuser Schwefelsäure.

Die Nordhäuser Schwefelsäure, rauchende Schwefelsäure oder das Vitriolöl stellt man in Böhmen gewöhnlich aus den Schwefelbränden, die bei der Destillation des Tropfschwefels zurückbleiben, dar. Man läßt dieselben verwittern, zieht die oxydirte Masse mit Wasser aus, läßt die Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul $FeO, SO_3 + 7 HO$) enthaltende Lösung zur Trockne verdampfen und erhitzt den Rückstand stark. In den Eisenvitriolfabriken benutzt man die eingedampfte Mutterlauge zur Schwefelsäurefabrikation. Die Einrichtung der zur Zersetzung des Eisenvitriols dienenden Oefen ist aus beistehender Zeichnung (Fig. 11) ersichtlich. In einem Galeerenofen erhitzt die Feuerung d zwei Reihen von Zersetzungsgefäßen a a, deren Hälse so eingemauert sind, daß die Mündungen der Vorlagen b b bequem in dieselben eingeführt und verkittet werden können; c ist ein Entwässerungsraum (die Darre) für den Vitriol. Wenn die Retorten gefüllt worden sind, fängt man an zu erhitzen, die zuerst übergehende schweflige Säure enthaltende wasserhaltige Schwefelsäure wird nicht aufgefangen. Beginnen aber weiße Nebel von wasserfreier Schwefelsäure sich zu zeigen, so legt man die Vorlagen, welche ungefähr 2 Loth Wasser enthalten, vor und beginnt die Destillation. Nach 36 — 48 Stunden ist dieselbe vollendet. Die Retorten werden von Neuem gefüllt und bei beginnender Destillation dieselben Vorlagen mit der schon übergegangenen Säure abermals vorgelegt. Nach viermaligem Abtreiben hat das Vitriolöl die gehörige Concentration. Der in den Retorten zurückbleibende braune Rückstand besteht aus Eisenoxyd und ist das Colcothar oder das Caput mortuum vitrioli, eine unter dem Namen englisches Roth bekannte Anstrichfarbe.

Fig. 11.



Eigenschaften und Theorie der Gewinnung des Vitriolöls.

Das rauchende Vitriolöl ist eine ölartige Flüssigkeit von gelblicher oder brauner Farbe und schwachem stechenden Geruche. Sie ist ein veränderliches Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure,

dem ersten Hydrate ($2\ SO_3 + HO$) und dem zweiten ($SO_3 + HO$). An der Luft stößt sie weiße Dämpfe aus, indem die daraus entweichende wasserfreie Schwefelsäure mit der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit das Hydrat: SO_3, HO erzeugt, welches sich als Nebel abscheidet. Ihr specifisches Gewicht ist 1,854 — 1,9. — Ihre Entstehung beruht auf der großen Verwandtschaft des Eisenoxyduls zum Sauerstoff; indem der Eisenvitriol an der Luft liegt oder durch Trocknen entwässert wird, bildet sich basisch schwefelsaures Eisenoxyd, das bei der Destillation seine Säure leicht abgiebt. Glüht man aber wasserfreien Eisenvitriol (FeO, SO_3), wie es in den meisten Vitriolölfabriken geschieht, so bildet sich auf Kosten eines Theils der Schwefelsäure Eisenoxyd und es entweicht schweflige Säure, während das zurückbleibende basisch schwefelsaure Eisenoxyd bei höherer Temperatur zersetzt wird ($2\ FeO, SO_3 = Fe_2O_3, SO_3 + SO_2$). — In Frankreich stellt man jetzt rauchende Schwefelsäure durch Destillation des zweifach schwefelsauren Natrons dar.

Anwendung desselben.

Die rauchende Schwefelsäure wird besonders in der Färberei zum Auflösen des Indigos gebraucht; vier Theile dieser Säure sind zum Auflösen von einem Theil Indigo hinreichend, während von der englischen Schwefelsäure acht Theile erforderlich sind.

Englische Schwefelsäure.

Die englische oder die gewöhnliche Schwefelsäure wird dargestellt, indem schweflige Säure, eine oder mehrere Oxydationsstufen des Stickstoffs, ausgenommen das Stickstoffoxydul, atmosphärische Luft und eine hinlängliche Menge Wasser in geeigneten Räumen in Berührung kommen.

Theorie der Bildung der Schwefelsäure.

Bis in die neuere Zeit waren die Ansichten über die Theorie der Bildung der englischen Schwefelsäure verschieden, namentlich nahmen einige Chemiker an, daß die in der zur Schwefelsäurebildung dienenden Bleikammer entstehenden Krystalle, wesentlich zur Erzeugung der Säure beitragen. Diese Krystalle bestehen aus zwei Aequivalenten Schwefelsäure und einem Aequivalent Stickstoffoxyd (NO_2), und werden von Wasser in Schwefelsäure und Stickstoffoxyd zerlegt. Nach dem jetzt allgemein üblichen Verfahren der Schwefelsäurefabrikation, nach welchem man schweflige Säure in Kammern leitet, in denen sich Salpetersäure in geeigneten Gefäßen befindet, ist wohl kaum zu bezweifeln, daß folgende Processe stattfinden.

1) Durch die schweflige Säure wird die Salpetersäure in Untersalpetersäure zersetzt, die schweflige Säure geht dabei in Schwefelsäure über:

$$\underbrace{SO_2}_{\text{Schweflige Säure.}} + \underbrace{NO_5, HO}_{\text{Salpetersäure.}} = \underbrace{NO_4}_{\text{Untersalpetersäure.}} + \underbrace{SO_3, HO}_{\text{Schwefelsäure.}}$$

2) Das vorhandene Wasser zerlegt die Untersalpetersäure in Salpetersäure und salpetrige Säure:

$$\underbrace{2\ NO_4}_{\text{Untersalpetersäure.}} + \underbrace{HO}_{\text{Wasser.}} = \underbrace{NO_5, HO}_{\text{Salpetersäure.}} + \underbrace{NO_3}_{\text{Salpetrige Säure.}}$$

3) Durch die weitere Einwirkung des Wassers wird die salpetrige Säure in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas zerlegt:

$$\underbrace{3\ NO_3}_{\text{Salpetrige Säure.}} + \underbrace{HO}_{\text{Wasser.}} = \underbrace{NO_5, HO}_{\text{Salpetersäure.}} + \underbrace{2\ NO_2}_{\text{Stickstoffoxyd.}}$$

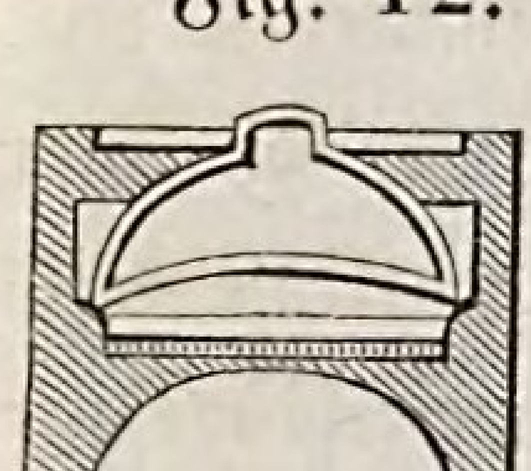
4) Durch die anwesende atmosphärische Luft wird das Stickstoffoxyd zu Untersalpetersäure ($NO_2 + 2\ O = NO_4$) oxydirt.

Die Untersalpetersäure wird weiter zersetzt und bei fortwährend zuströmender schwefliger Säure ist der Proceß der Schwefelsäurebildung ein ununterbrochener. Die erwähnten Krystalle bilden sich nur bei fehlerhafter Leitung des Processes.

Betrieb der Schwefelsäurefabrikation. Der jetzt allgemein zur Fabrikation der englischen Schwefelsäure angewendete Apparat besteht 1) aus dem zur Erzeugung der schwefligen Säure dienenden Ofen, 2) dem Systeme von Bleikammern, in welchen die Verbrennung der schwefligen Säure zu Schwefelsäure vor sich geht, 3) den Bleipfannen, in welchen die Säure bis zu 1,7 spec. Gew. und 4) dem Platinkessel, in welchem die Säure weiter concentrirt wird; 5) gehört noch zum vollständigen Betriebe die Kühlvorrichtung, vermittelst welcher die noch heiße Säure schnell in die Flaschen gefüllt werden kann.

Der Brenner. Der zur Verbrennung des Schwefels dienende Ofen, der im Durchschnitte auf Fig. 12 dargestellt ist, besteht aus gußeisernen Platten, und ist gewöhnlich mit doppelten Wänden versehen, um eine zu große Erhitzung zu vermeiden. In den französischen Fabriken ist die Einrichtung so getroffen, daß die bei der Verbrennung des Schwefels gebildete Wärme den zum Betriebe nöthigen Wasserdampf erzeugt. In der umstehenden Zeichnung Fig. 13 bei A ist die Construction eines

Fig. 12.

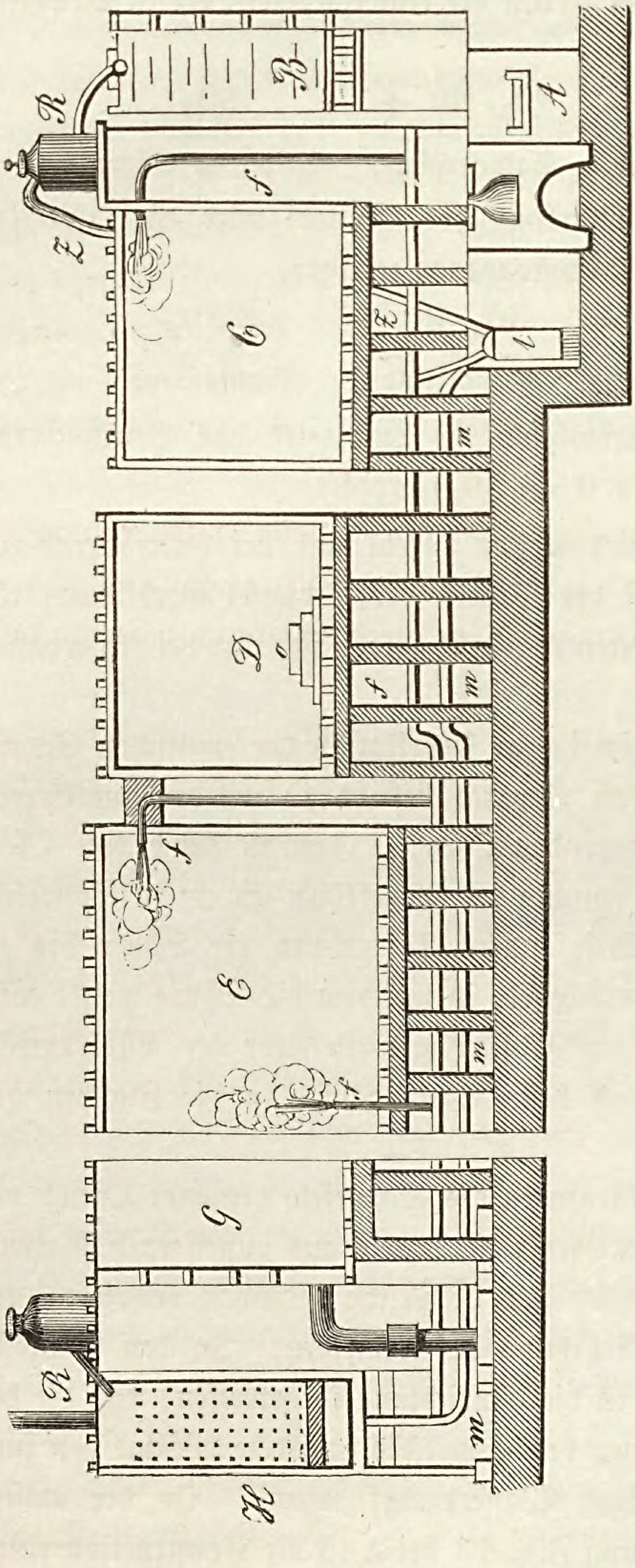


solchen Ofens einzusehen. Die in dem Brenner erzeugte schweflige Säure

Bleikammer-system.

strömt in eine kleine Bleikammer B ein, in welche durch eine obere Oeffnung ohne Unterbrechung Schwefelsäure aus dem Gefäße R einfließt.

Fig. 13.



Dieses Gefäß wird durch l gespeist, welchem durch m eine stark mit salpetrigen Dämpfen beladene Schwefelsäure zugeführt wird. Der auf die Oberfläche der Flüssigkeit in l wirkende Druck der Dämpfe treibt die Schwefelsäure durch die Röhre Z Z in das Gefäß R; letzteres ist eine sogenannte Mariotte'sche Flasche, aus welcher ein fortwährendes Nachfließen der Flüssigkeit stattfindet. —

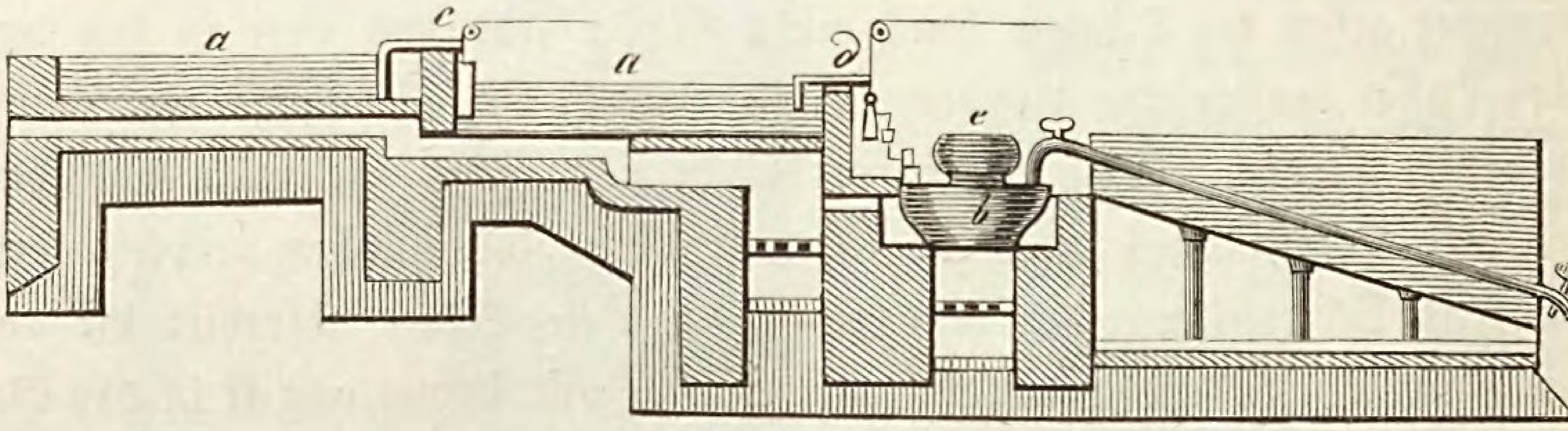
Die schweflige Säure entzieht der in B (Fig. 13) vorhandenen Schwefelsäure die salpetrige Säure und strömt dann in die zweite Kammer C. In vielen Fabriken strömt die erzeugte schweflige Säure direct nach C, ohne vorher durch B zu gehen. Ein Rohr f führt Wasserdämpfe in den oberen Theil der Kammer C ein. Erst in der dritten Kammer D geht die eigentliche Bildung der Schwefelsäure vor sich. In dieser Kammer be-

finden sich steinerne, mit Salpetersäure angefüllte Gefäße oder Schalen, die auf einer Art Treppe o so übereinanderstehen, daß der Inhalt der obern fortwährend in die Schale fließt. Diese Gefäße werden vermittelst eines in die Kammern führenden Rohres fortwährend mit Salpetersäure gespeist. Die in dieser Kammer erzeugte Schwefelsäure fließt durch eine Röhre in die erste Kammer zurück, in welcher durch den vorhandenen großen Ueberschuß an schwefliger Säure die in der eingeströmten Schwefelsäure gelösten salpetrigen Producte verflüchtigt und zur Oxydation der schwefligen Säure verwerthet werden. Aus dieser Kammer strömen die Dämpfe in die Hauptkammer E, in welcher die vollständige Bildung der Schwefelsäure vor sich geht; in diese Kammer strömen fortwährend Wasserdämpfe durch f ein. Die beiden letzten Kammern F (in der Abbildung nicht angegeben) und G dienen zur Beendigung der Reaction und verhüten, daß unzersetzte Producte entweichen. Einige Fabrikanten bedienen sich selbst dreier Kammern. Aus der letzten Kammer gehen die Dämpfe durch einen Kühler und von dort in den von Gay-Lussac construirten Apparat H, in welchem die salpetrigsauren Dämpfe absorbirt werden. Dieser Apparat besteht aus einem bleiernen Cylinder, der mit Koksstückchen angefüllt ist; auf diese Koksstückchen tröpfelt fortwährend Schwefelsäure aus dem Gefäße R; diese Säure absorbirt die aus den Kammern entweichende salpetrige Säure, und strömt von H in das Gefäß I, aus welchem sie nach B getrieben wird, wo sie, wie schon angegeben worden ist, ihre salpetrige Säure verliert. — Die Hauptkammer E liegt am tiefsten, deshalb strömt in ihr alle in den andern Kammern gebildete Säure zusammen, die Kammern haben keinen Boden, sondern stehen in flachen aus starken Bretern verfertigten und mit Blei ausgefütterten Gefäßen von geringer Tiefe; der Boden dieser Gefäße ist mit einer dünnen Schicht von concentrirter Schwefelsäure (von 1,37 spec. Gew.) bedeckt, damit die einströmende salpetersäurehaltige Schwefelsäure die Bleiplatten nicht zerstöre.

Concentration der Säure. Die aus der Hauptkammer abströmende Säure wird entweder zu gewissen Zwecken, wie zur Fabrikation des Eisenvitriols, der Salpetersäure, der Stearinsäure u. s. w. unmittelbar ohne nachherige Concentration benutzt, oder sie wird vorher durch Abdampfen concentrirt. Das Abdampfen geht zuerst in bleiernen Pfannen von geringer Tiefe vor sich; diese Pfannen ruhen zum Schutze des Bleies auf eisernen Platten. Der leichten Schmelzbarkeit des Bleies wegen kann man die Säure in den Blei-

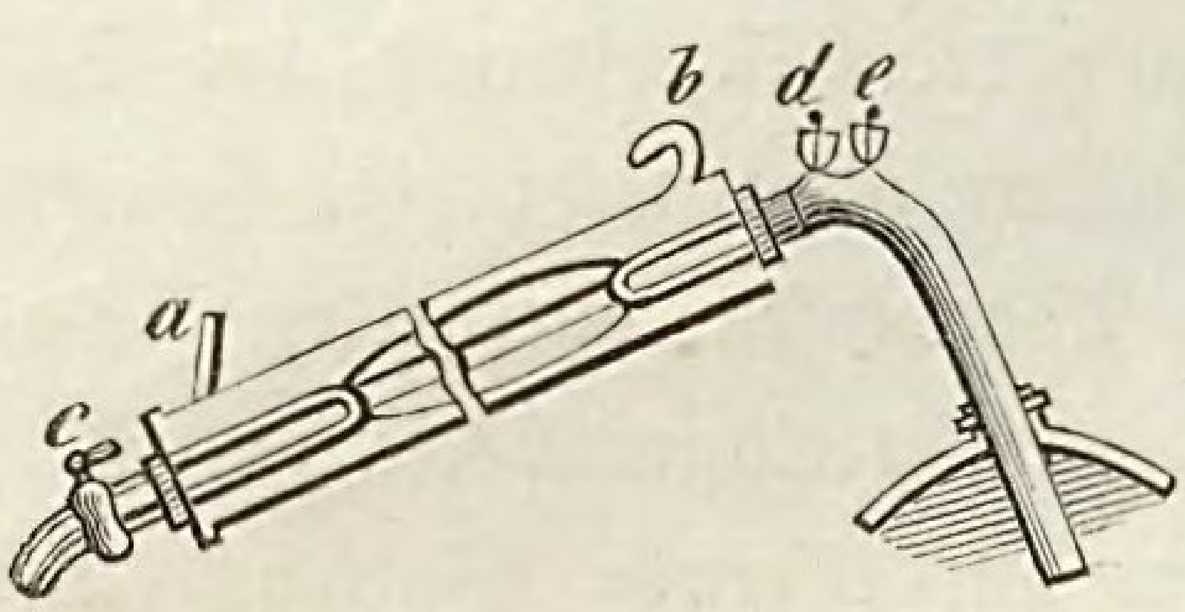
pfannen nur bis zu 1,7 spec. Gew. concentriren, und muß die Concentration in Glas, oder besser noch in Platin vollenden. Früher wendete man nur gläserne Gefäße an, jetzt findet man aber in allen Fabriken von einiger Bedeutung Platingefäße. Ungeachtet des großen Anlagekapitals (ein Platinkessel kostet 20—25000 Gulden) ist doch die Concentration billiger darzustellen, als in gläsernen Retorten. Während des Concentrirens der Säure entweichen daraus schweflige Säure und möglicherweise darin vorhandene Salpetersäure und salpetrige Säure. In Gegenden, in welchen Glas billig dargestellt werden kann oder in Schwefelsäurefabriken, mit welchen eine Glashütte verbunden ist, wie in Zwickau in Sachsen, concentrirt man noch jetzt die Schwefelsäure in Glasretorten. Beistehende Figur 14 zeigt uns den Concentrationsapparat. a, a' sind die bleiernen Pfannen, aus denen

Fig. 14.



die Säure in den Platinkessel b fließt; die beiden Heber c und d dienen zur Communication zwischen beiden Bleipfannen und dem Platinkessel; der auf dem Kessel befindliche Helm e mündet in ein Schlangenrohr, in welchem die überdestillirende verdünnte Säure condensirt wird. Um die gehörig concentrirte Säure (1,28 — 1,30 spec. Gewicht) aus dem Kessel zu entfernen, bedient man sich des Breant'schen Hebers (Fig. 15); derselbe ist von Platin, sein außer dem Kessel befindlicher Schenkel ist ungefähr 15 Fuß lang und mit einer 5 Zoll weiten kupfernen Röhre von 12 Fuß Länge versehen, welche bei a mit kaltem Wasser versehen wird, während das erhitzte bei b abfließt. Zur Vermehrung der Oberfläche des Hebers theilt sich das Hauptrohr in vier enge Röhren. Man füllt den Heber, indem man den Hahn bei c schließt, dann bei

Fig. 15.



dem Kugelventile d und dem bei e Schwefelsäure eingießt; darauf gießt man zum luftdichten Verschluß in die Kugelventile etwas Schwefelsäure und öffnet den Hahn bei c, worauf die Schwefelsäure ausfließt.

Reinigung der Schwefelsäure. Die auf die angegebene Weise erhaltene englische Schwefelsäure ist nicht rein, sondern enthält gewöhnlich etwas schwefelsaures Bleioxyd, zuweilen schwefelsaures Eisenoxyd, Selen, Arsenik und sehr häufig Oxyde des Stickstoffs. Letztere gehen zum größten Theile während des Concentrirens fort, die letzten Spuren entfernt man durch Zusatz von etwas schwefelsaurem Ammoniak. Die erwähnten Salze kann man abscheiden, indem man dieselben sich aus der Säure absetzen läßt. Rein gewinnt man die Säure durch Destillation, wobei ein unangenehmes Stoßen der heißen Flüssigkeit stattfindet, das oft ein Zerbrechen der Retorte zur Folge hat. Dieses Stoßen läßt sich vermeiden, indem man bei kleinen Mengen Platindraht, bei größeren Sandsteinsplitter (nach Lembert) in die Retorte bringt.

Anwendung der englischen Schwefelsäure. Die englische Schwefelsäure wird zur Darstellung der Soda, des Chlors, der Stearinkerzen, des Phosphors, der schwefelsauren Salze, zum Affiniren, zur Reinigung der Oele, zum Probiren der Alkalien und des Branntweins, zur Wasserstoffentwickelung, als Düngemittel u. s. w. angewendet.

Schwefelkohlenstoff. Der Schwefelkohlenstoff (Kohlensulfid, Schwefelalkohol), SC_2 (in 100 Theilen 15,8 Kohlenstoff, 84,2 Schwefel) bildet sich durch die Einwirkung von Schwefeldämpfen auf glühende Kohlen, so wie durch Destillation eines Gemenges von Schwefelkies mit Kohlen. Er erscheint als eine wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit von großem Lichtbrechungsvermögen, von durchdringendem unangenehmen Geruch und kühlendem, stechendem, gewürzhaftem Geschmack. Sein spec. Gewicht ist 1,293. Er siedet bei 46^0,6 und verursacht auf die Hand gebracht, ein starkes Gefühl von Kälte. Er löst sich nicht in Wasser und wird seiner Flüchtigkeit wegen, unter demselben aufbewahrt. Der Schwefelkohlenstoff löst besonders Schwefel und Phosphor in großer Menge auf und wird jetzt in der Technik in bedeutender Quantität zum Vulkanisiren des Kautschuk gebraucht.

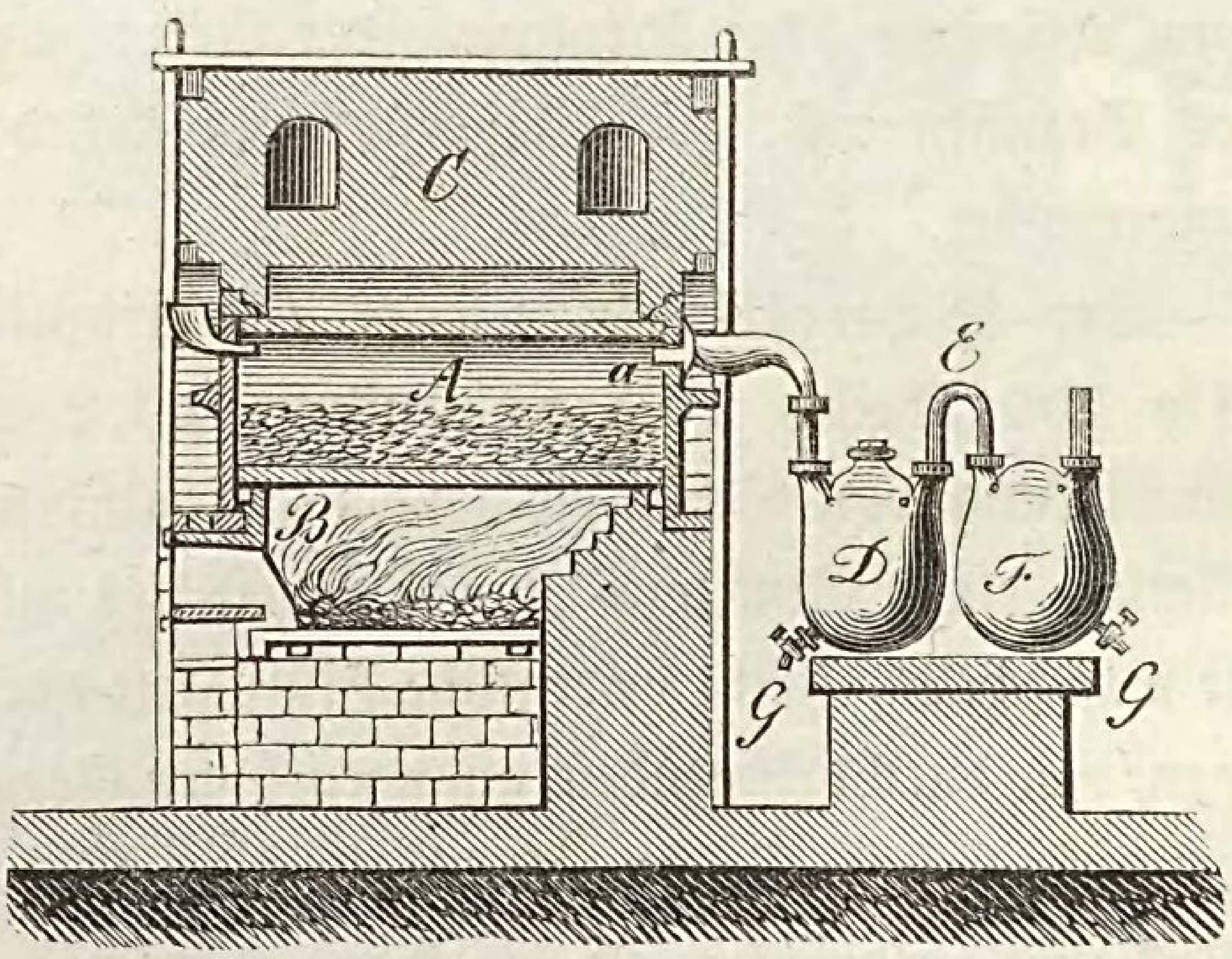
Chlorschwefel. Der Chlorschwefel (Schwefelchlorür) $Cl\ S_2$ entsteht, wenn man trocknes Chlorgas und Schwefel zusammentreten läßt, so daß der Schwefel im Ueberschuß ist. Dieser Körper, welcher eben so wie die vorhergehende Verbindung in neuester Zeit zum Vulkanisiren des Kautschuks

benutzt wird, erscheint als eine gelblichbraune ölartige Flüssigkeit, von erstickendem Geruch, saurem, scharfem und bitterem Geschmack, welche an der Luft raucht und bei 138° siedet. Ihr specifisches Gewicht ist 1,68. Durch Wasser wird sie sehr bald zersetzt.

Salzsäure.

Salzsäure. Wie schon oben bei der Bereitung der künstlichen Soda aus Kochsalz angegeben worden ist, wird häufig die bei der Sodafabrikation entweichende Salzsäure aufgefangen. Zu diesem Zwecke führt entweder ein Rohr aus dem Ofen, in welchem die Zersetzung des Kochsalzes durch die Schwefelsäure vorgenommen wurde, in einen Behälter unter Wasser, oder man bedient sich des beistehend (Fig. 16) verzeichneten Apparats. Dieser Apparat besteht aus mehreren neben einander liegenden, gußeisernen, cylin-

Fig. 16.



drischen Gefäßen A, über welchen sich die Wölbung C befindet, damit die brennenden Gase den Cylinder von allen Seiten umspielen. Die Cylinder sind durch die Oeffnung a vermittelst eines Kamins mit der ersten Vorlage D verbunden, in welcher sich die mit übergerissene Schwefelsäure und mineralische Bestandtheile condensiren und absetzen; aus dieser Vorlage führt das Rohr E die Dämpfe in die Vorlage F, die zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist, so daß wie im Woulffischen Apparat, das Rohr E weit unter die Oberfläche des Wassers führt. Die Cylinder füllt man mit 320 Pfund Kochsalz und übergießt dasselbe mit 256 Pfund concentrirter Schwefelsäure.

Durch gelindes Feuer unterstützt man die Zersetzung. Nach vollendetem Prozeß wird das entstandene schwefelsaure Natron (Glaubersalz), das beiläufig 360 Pfund wiegt, aus dem Cylinder durch Krücken entfernt.

Eigenschaften der Salzsäure. Die Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure ist ein Gas, dessen Auflösung in Wasser die käufliche Salzsäure bildet. Letztere bildet im reinen Zustande eine farblose, häufig durch Eisenchlorid gelblich gefärbte Flüssigkeit von stechendem Geschmacke. Bei 20° kann das Wasser das 475fache seines Volumens an chlorwasserstoffsaurem Gase absorbiren; die alsdann gesättigte Flüssigkeit enthält 42,85 Proc. reine Salzsäure, ihr specifisches Gewicht = 1,21. Folgende Tabelle zeigt uns das specifische Gewicht der Salzsäure von verschiedener Concentration und den Gehalt derselben an reinem salzsauren Gase (bei 7° C.).

Spec. Gewicht	Säureprocente	Spec. Gewicht	Säureprocente
1,21	42,85	1,10	20,20
1,20	40,80	1,09	18,18
1,19	38,88	1,08	16,16
1,18	36,36	1,07	14,14
1,17	34,34	1,06	12,12
1,16	32,32	1,05	10,10
1,15	30,30	1,04	8,08
1,14	28,28	1,03	6,06
1,13	26,26	1,02	4,04
1,12	24,24	1,01	2,02
1,11	22,22		

Anwendung der Salzsäure. Die Salzsäure (ClH) wird in der größten Masse zur Darstellung des Chlors angewendet, sie dient ferner zur Fabrikation des Salmiaks, des Leims und des Phosphors, zur Darstellung der Kohlensäure bei der Mineralwasserfabrikation, zum Auflösen verschiedener Metalle (Zinn) entweder für sich, oder mit Salpetersäure gemischt, als Königswasser.

Glaubersalz. Das Glaubersalz oder schwefelsaure Natron ($NaO, SO_3 + 10\ HO$) wird, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, zum größten Theile künstlich durch Zersetzen des Kochsalzes mit Schwefelsäure dargestellt. Außerdem findet es sich in der Natur als Glauberit, in vielen Mineralwässern und in den meisten Salzsoolen. Aus letzteren wird es häufig in

großer Menge als Nebenproduct gewonnen. In neuerer Zeit wird es auch aus dem Meerwasser dargestellt. Das Glaubersalz krystallisirt in großen, durchsichtigen Krystallen, welche 55,7 Proc. Krystallwasser enthalten. In trockener Luft verliert es das Krystallwasser, dasselbe geschieht auch beim Glühen.

Anwendung. Das Glaubersalz dient in größter Menge zur Fabrikation der Soda und des Glases; im letzteren Falle kommt nur das Natron desselben in Betracht; man schmilzt dasselbe mit Kohle und Kieselerde (Quarz) zusammen, durch die Einwirkung der Kohle wird die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure reducirt, diese durch die Kieselerde (Kieselsäure) ausgetrieben und es bleibt kieselsaures Natron zurück.

Chlorkalk und Chloralkalien.

Chlorkalk und Chloralkalien. Chlor im Allgemeinen. Es ist bekannt, daß das Chlorgas, was wir erhalten, wenn wir Salzsäure mit einem Superoxyd, z. B. Braunstein (Mangansuperoxyd) erhitzen, organische Pigmente und Miasmen zerstört und deshalb als Bleichmittel und Anticontagium vielfache Anwendung findet. Das Chlorgas ist bei gewöhnlicher Temperatur und bei gewöhnlichem Luftdruck ein grünlichgelbes Gas, von erstickendem Geruch, das vom Wasser in großer Menge absorbirt wird und dann das Chlorwasser bildet. Die bleichende Eigenschaft des gasförmigen, so wie des in Wasser gelösten Chlorgases (des Chlorwassers) beruht auf seiner großen Verwandtschaft zum Wasserstoff, nach welcher es den Farbstoffen direct Wasserstoff entzieht und dieselben auf diese Weise zerlegt, oder eine Wasserzersetzung bewirkt, in deren Folge der Farbstoff durch den Sauerstoff des Wassers oxydirt wird. In beiden Fällen bildet sich Salzsäure, was bei der Anwendung des Chlors zum Bleichen wohl zu berücksichtigen ist. Indem Chlor mit einem organischen Körper zusammenkommt, der in den meisten Fällen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, entzieht das Chlor einen Theil des Wasserstoffs der organischen Verbindung und bildet Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure), während häufig der ausgetretene Wasserstoff in dem organischen Körper durch Chlor vertreten wird. Bei der Bleiche von leinenen oder baumwollenen Stoffen durch Chlor wird nicht die Faser angegriffen, sondern nur der die Faser färbende kohlenstoffreiche Körper durch

den bei der Wasserzersetzung frei werdenden Sauerstoff zu Kohlensäure oxydirt. Durch Chlor können nur stickstofffreie organische Körper gebleicht werden, stickstoffhaltige nehmen eine gelbe Farbe an.

Das Chlor ist weder als Gas, noch in seiner wässerigen Lösung transportabel; man benutzt deshalb zum Bleichen nicht das Chlor in Substanz, sondern eine Verbindung des Chlors mit Sauerstoff, die unterchlorige Säure, und zwar, da sie im freien Zustande nicht existiren kann, in Verbindung mit einer Base, als unterchlorigsaures Salz. Als Base wählt man Kalkhydrat, Kali oder Natron. Die Verbindung des Kalkes mit der unterchlorigen Säure ist der wesentliche Bestandtheil des bekannten Chlorkalks, Bleichkalks oder Bleichpulvers.

Darstellung des Chlorkalkes.

Man stellt den Chlorkalk im Großen auf folgende Weise dar: In Fabriken, in welchen Soda und Chlorkalk zu gleicher Zeit fabricirt werden, erhält man das Chlor, wie schon Seite 35 angegeben worden ist, indem man das Kochsalz, das durch Schwefelsäure in Glaubersalz verwandelt werden soll, mit Braunstein (Mangansuperoxyd) mengt. Der Vorgang hierbei ist folgender:

1 Aeq. Kochsalz (Na Cl) 1 Aeq. Braunstein (MnO_2) und 2 Aeq. Schwefelsäure (2 SO_3)	geben	1 Aeq. Glaubersalz (NaO, SO_3), 1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3), 1 Aeq. Chlor (Cl).

In andern Fabriken wendet man zur Chlordarstellung Braunstein und Salzsäure, oder Braunstein, Schwefelsäure und Salzsäure an; im ersteren Falle erhält man nur die Hälfte des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, während die andere Hälfte an Mangan gebunden, als Manganchlorür zurückbleibt, denn:

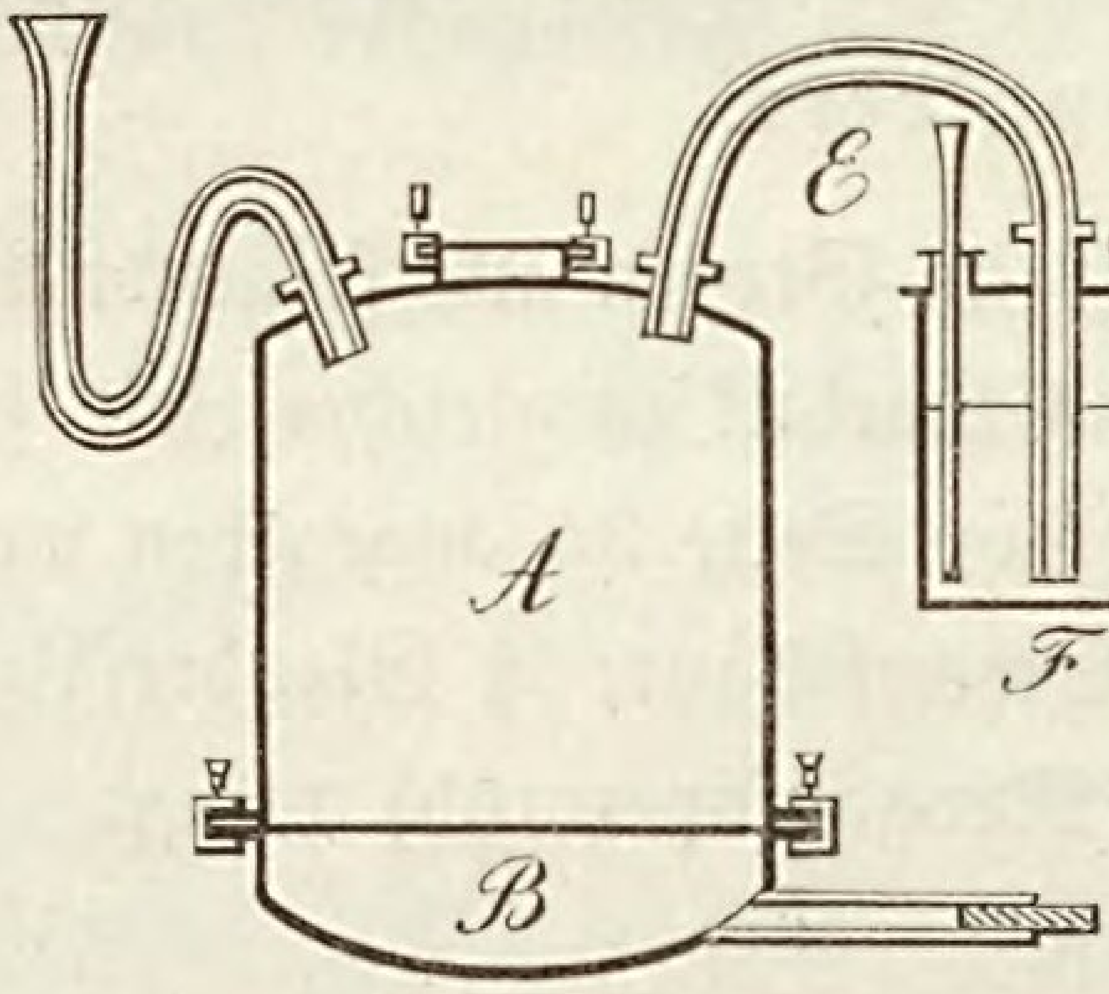
1 Aeq. Braunstein (MnO_2 2 Aeq. Salzsäure (2 Cl H)	geben	1 Aeq. Chlor (Cl), 1 Aeq. Manganchlorür (Mn Cl), 2 Aeq. Wasser (2 HO).

Im zweiten Falle erhält man die ganze Menge des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, denn:

1 Aeq. Braunstein (MnO_2) 1 Aeq. Salzsäure (Cl H) 1 Aeq. Schwefelsäure (SO_3)	geben	1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3), 1 Aeq. Chlor, 1 Aeq. Wasser.

Die bei den beiden letzteren Methoden zurückbleibenden Rückstände (das Manganchlorür und das schwefelsaure Manganoxydul) werden vortheilhaft zur Reinigung des Leuchtgases benutzt; das erstere wendet man auch in einigen Fabriken zur Darstellung von Chlorcalcium an. Zur Entwickelung des Chlorgases, gleichviel nach welcher Methode es geschieht, bringt man die Materialien in das cylindrische kleine Entwickelungsgefäß A (Fig. 17), das mit dem gußeisernen Boden B versehen ist. Das Gefäß steht auf einem zur Erhitzung geeigneten Mauerwerk. Das sich entwickelnde

Fig. 17.



Chlorgas geht durch das Gasleitungsrohr E in das Waschgefäß F, in welchem sich Wasser befindet. Aus diesem Gefäß führt die Röhre G das gereinigte Gas in den hölzernen Kasten H, in welchem gelöschter Kalk befindlich ist. Eine Welle mit Flügeln d d dient dazu, durch Umdrehen den Kalk von Zeit zu Zeit umzurühren und dadurch dem einströmenden Chlorgase möglichst viele Berührungspunkte darzubieten. Auf 100 Pfund Kochsalz wendet man 65 Th. Braunstein, 150 Th. Schwefelsäure und 90 Th. Wasser zur Chlorentwickelung an, und bringt in den hölzernen Kasten 120 Pfund Kalk, im ungelöschten Zustande gewogen. Eine solche Operation dauert 24 Stunden.

In Fabriken, in welchen der Chlorkalk zu eigenem Gebrauche fabricirt wird, läßt man das Chlorgas in Kalkmilch einströmen.

Theorie der Bildung des Chlorkalkes. Die Theorie der Bildung des Chlorkalkes ist folgende: Wenn Chlorgas mit Kalkhydrat (CaO, HO) zusammenkommt, so verbindet sich ein Theil des Sauerstoffs des Kalkes mit einem Aequivalent Chlor zu unterchloriger Säure, welche mit einem Aequivalent unzersetztem Kalk unterchlorigsauren Kalk bildet, während ein anderes Aequiva-

lent Chlor mit dem seines Sauerstoffs beraubten Calcium zu Chlorcalcium zusammentritt, denn:

2 Aeq. Kalkhydrat (2 CaO, HO), 2 Aeq. Chlor (2 Cl)	geben	1 Aeq. unterchlorigsauren Kalk (CaO, ClO), 1 Aeq. Chlorcalcium (Ca Cl), 2 Aeq. Wasser (2 HO).

Eigenschaften des Chlorkalkes. Der Chlorkalk erscheint als weißes Pulver, das aus unterchlorigsaurem Kalke, Chlorcalcium und überschüssigem gelöschten Kalke besteht; in 10 Th. Wasser lösen sich die bleichenden Verbindungen auf, während der überschüssige Kalk zurückbleibt. Das Chlor des Chlorcalciums im Chlorkalke wirkt ebenfalls bleichend, indem beim Behandeln des Chlorkalkes mit Säuren die frei gewordene Säure und die Salzsäure sich zu Wasser und Chlor umsetzen (ClO + ClH = 2 Cl + HO). — Die Anwendung des Chlorkalks ist schon angeführt worden.

Chlorometrie. Da in dem Chlorkalk nur die Menge des darin enthaltenen unterchlorigsauren Kalkes mit seinem Aequivalent Chlorcalcium bei seiner Anwendung in Betracht kommen kann, so bestimmt dieselbe seinen Werth. Die Operation, durch welche man die Menge des in dem Chlorkalk enthaltenen verwerthbaren Chlores erfährt, faßt man mit dem Namen der Chlorometrie zusammen.

Lange Zeit begnügte man sich, die entfärbende Eigenschaft des Chlorkalkes auf eine Indigolösung, deren Gehalt man genau kannte, mit der eines gleichen Volumens Chlor auf dieselbe Lösung zu vergleichen; da sich aber eine Indigolösung leicht verändert, ferner der Indigo nicht immer von gleicher Güte zu erhalten ist, so ist diese Methode nicht genau und wird jetzt nicht mehr befolgt.

Gay-Lussac benutzte die oxydirende Einwirkung des Chlorkalks auf arsenige Säure. Als Vergleichungspunkt dient ein Volumen trocknes Chlorgas, das in einem gleichen Volumen Wasser gelöst ist. Wenn man diese Lösung in eine in 100 Theile getheilte (graduirte) Röhre gießt, so entspricht jeder Theil einem Hundertstel Chlor. Andererseits stellt man eine Lösung von arseniger Säure in Chlorwasserstoffsäure und Wasser dar, von der Stärke, daß bei gleichem Volumen beide Lösungen sich gegenseitig zersetzen. Die Zersetzung geht auf folgende Weise vor sich:

1 Aeq. arsenige Säure (AsO_3) 2 Aeq. Wasser (2 HO) 2 Aeq. Chlor (2 Cl)	geben	2 Aeq. Salzsäure (2ClH), 1 Aeq. Arseniksäure (AsO_5).

Das Wasser wird hierbei zersetzt, der Sauerstoff desselben verbindet sich mit der arsenigen Säure und bildet Arseniksäure, während der Wasserstoff des Wassers mit dem Chlor zu Salzsäure zusammentritt.

Gewöhnlich nimmt man ein Liter Chlorgas, das man in einem Liter destillirtem Wasser löst; andererseits bereitet man eine Normallösung von arseniger Säure, welche durch das Liter Chlorwasser vollständig zu Arseniksäure oxydirt wird.

Nimmt man nun eine Lösung von Chlorkalk oder einer anderen zum Bleichen angewendeten Chlorverbindung, deren Entfärbungsvermögen man kennen lernen will, so kann man, wenn man diese Flüssigkeit in eine Lösung von arseniger Säure gießt, aus der Menge derselben, die zum Zersetzen des unterchlorigsauren Salzes erforderlich ist, auf die in der ursprünglichen Lösung enthaltene Chlormenge einen sichern Schluß ziehen.

Um dieses Verfahren auszuführen, nimmt man z. B. 10 Grammen Chlorkalk, zerreibt denselben mit Wasser und setzt dann so viel destillirtes Wasser hinzu, daß das Volumen der Lösung genau ein Liter beträgt. Hierzu wendet man das Gefäß A an (Fig. 18), das bis zum Strich C gefüllt, genau ein Liter faßt. Mit dieser Flüssigkeit füllt man eine graduirte Bürette (Fig. 19) bis zum 0 Striche; diese hat 200 Striche; 100 derselben sind

Fig. 18.

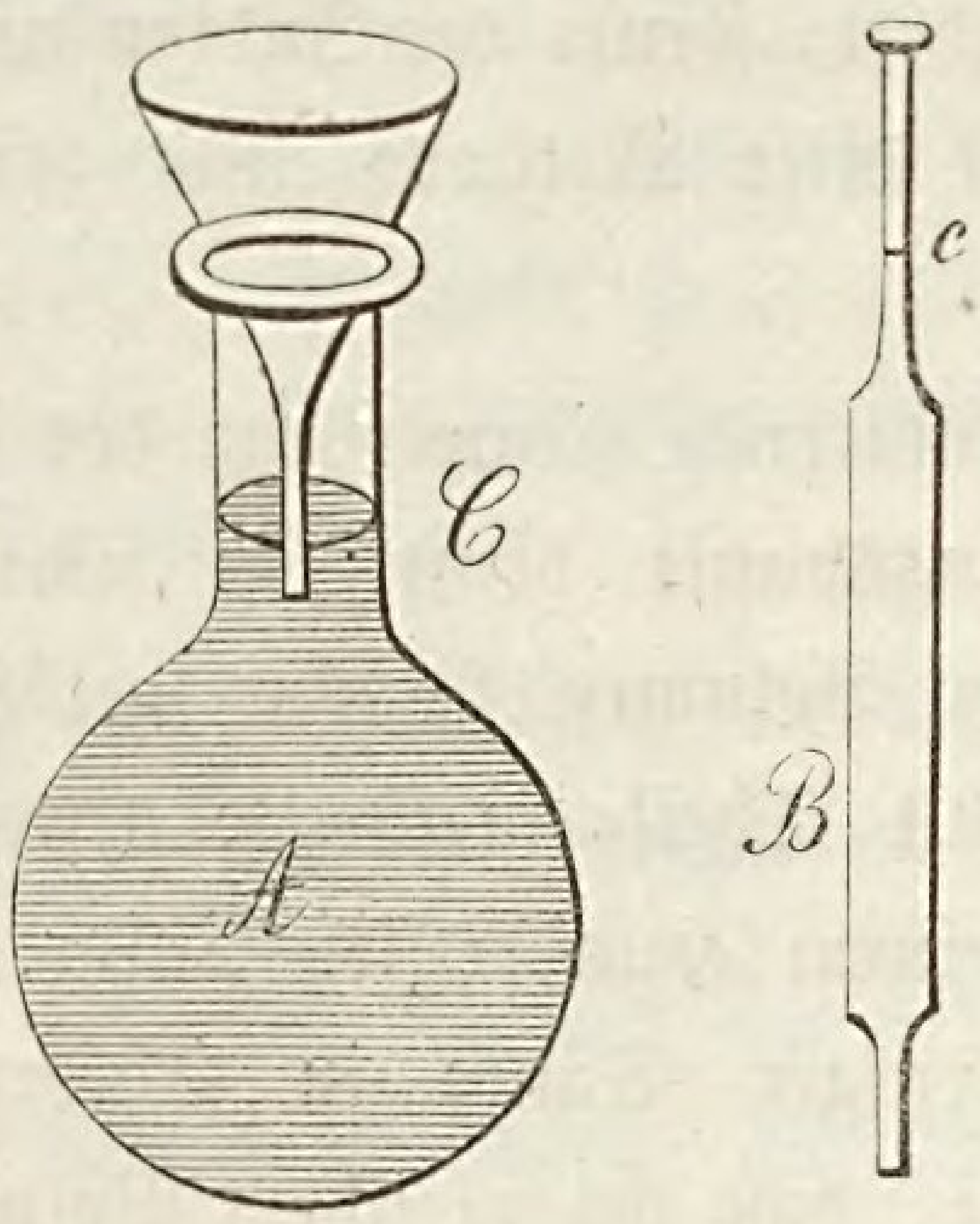
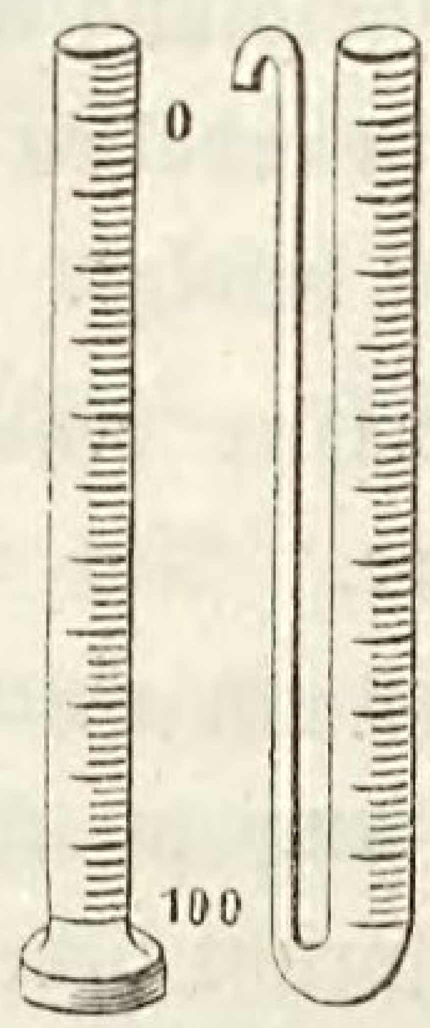


Fig. 19.



gleich 10 Kubikcentimetern. Hierauf bringt man vermittelst der Pipette B (Fig. 18) 10 Kubikcentimeter der Lösung der arsenigen Säure in ein

Mischungsgefäß, setzt zu denselben einen Tropfen Indigolösung, damit die Flüssigkeit schwach gefärbt erscheint, und fügt dann aus der erwähnten Bürette Chlorkalklösung hinzu, bis die Färbung fast nicht mehr zu bemerken ist. Darauf setzt man abermals einen Tropfen Indigolösung hinzu und dann so lange Chlorkalklösung, bis die Flüssigkeit entfärbt und wasserhell ist. — Zur Darstellung der normalen Lösung der arsenigen Säure wendet man 4,4 Gr. arsenige Säure, 32,0 Gr. reine Salzsäure und eine hinlängliche Menge Wasser, um ein Liter zu füllen, an.

Hätte man z. B. 200 Raumtheile gebraucht, so sagt man:

$$100 \times \frac{100}{200} = 50.$$

d. h. in 200 Raumtheilen (= 10 Gr. Chlorkalk) sind 50 Raumtheile Chlorgas enthalten.

Andere Methoden der Chlorometrie sind die von Graham, Runge und Marozeau. Die Methode Graham's (s. Otto, Lehrb. d. Chem. II. 2. 268) beruht auf dem Umstande, daß das bleichende Chlor des Chlorkalkes das schwefelsaure Eisenoxydul oxydirt. Die Umwandelung wird durch folgendes Schema ausgedrückt:

$$6\,(FeO,\, SO_3 + 7\, HO) + 3\, Cl = 2\,(Fe_2\, O_3,\, 3\, SO_3) + Fe_2\, Cl_3 + 42\, HO.$$

100 Theile Chlor oxydiren 783 Th. krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul, der Chlorgehalt eines Chlorkalkes verhält sich demnach zu der Quantität des Eisenvitriols, die er oxydirt, wie 100 : 783. Die Umwandlung des Oxyduls in Oxyd wird durch Ferridcyankalium (rothes Blutlaugensalz) ermittelt, das durch Eisenoxydullösung, nicht aber durch Oxydlösung gefällt wird. Zu dem chlorometrischen Versuche werden 1,566 Gr. krystall. schwefelsaures Eisenoxydul in etwas Wasser gelöst und die Lösung mit Schwefelsäure angesäuert. Hierauf reibt man 2 Gr. des zu prüfenden Chlorkalkes mit Wasser zu einem höchst zarten Brei, verdünnt diesen mit Wasser und gießt die Flüssigkeit in die in 100 Kubikcentimeter eingetheilte Bürette; dann setzt man so viel Wasser hinzu, bis die Bürette bis 0 angefüllt ist. Nun gießt man von der Chlorkalkflüssigkeit in kleinen Quantitäten so lange zu der Eisenoxydullösung, bis alles Oxydul in Oxyd verwandelt ist, und ein Tropfen der Lösung einen Tropfen einer verdünnten Ferridcyankaliumlösung nicht mehr blau fällt. Man notirt sich dann die Anzahl der verbrauchten Grade der Chlorkalkflüssigkeit. Um den Procent-

gehalt zu erfahren, braucht man nur die Zahl 1000 durch die verbrauchten Grade der Chlorkalkflüssigkeit zu dividiren. Sind z. B. bei dem Versuche 40 Grade der Chlorkalkflüssigkeit verbraucht worden, so enthält der Chlorkalk 25 Proc. Chlor, denn $\frac{1000}{40} = 25$.

Nach Runge berechnet man aus dem Gewichtsverluste, den ein Kupferblech in einem Gemenge der Chlorkalklösung mit Eisenchlorür erleidet, die Menge des Chlors; der Vorgang beruht darauf, daß Chlorkalk mit einer Auflösung von Eisenchlorür zusammengebracht, eine seinem Chlorgehalt genau entsprechende Menge Eisenoxyd bildet, daß Kupfer sich in reiner Salzsäure nicht auflöst, auch mit derselben gekocht, nichts von seinem Gewicht verliert, wenn die Luft abgeschlossen wird, daß dagegen sogleich eine Auflösung des Kupfers erfolgt, wenn der Salzsäure Eisenoxyd hinzugesetzt wird. Es bildet sich sodann Eisenchlorid, welches durch das Kupfer zu Eisenchlorür reducirt wird, während das Kupfer in Kupferchlorid übergeht:

$$Fe_2\,Cl_3 + 2\,Cu = 2\,Fe\,Cl + Cu\,Cl + Cu.$$

Man verfährt in folgender Weise: Man reibt 2 Gr. des zu untersuchenden Chlorkalkes mit Wasser zusammen und mischt mit der Flüssigkeit eine Eisenchlorürlösung, die unmittelbar vorher durch Auflösen von 0,6 Gr. reinem Eisen in Salzsäure dargestellt worden ist. Sodann gießt man Salzsäure im Ueberschuß hinzu und kocht die Flüssigkeit mit einem 4 Gr. schweren Kupferblech, bis die dunkle Farbe der Flüssigkeit in hellgelbgrün übergegangen ist. Hierauf wird das Kupfer herausgenommen, abgewaschen, getrocknet und gewogen. Ein Gewichtsverlust des Kupfers von 63,4 (= 2 Cu) entspricht 35,5 (= Cl) Chlor im Chlorkalk.

Marozeau berechnet aus der Menge Quecksilberchlorür, die durch Chlor in Quecksilberchlorid umgewandelt wird, die Menge des Chlors ($Hg_2\,Cl + Cl = 2\,Hg\,Cl$).

Chloralkalien. Von den sogenannten Chloralkalien wendet man das unterchlorigsaure Kali (Eau de Javelle) und die entsprechende Natronverbindung an. Man stellt die Bleichflüssigkeiten dar, indem man durch eine Lösung der kohlensauren Alkalien Chlorgas leitet ($2\,KO + 2\,Cl = KO, Cl\,O + Cl\,K$); oder indem man Chlorkalk mit Wasser auszieht und die Flüssigkeit mit kohlensaurem oder schwefelsaurem Alkali behandelt; es scheidet sich kohlensaurer oder schwefelsaurer Kalk ab, während unterchlorigsaures Alkali und Chlorür gelöst werden. Beide Flüssigkeiten werden in Frank-

reich in großer Menge fabricirt; letztere führt den Namen Chlorure de Soude oder Chlorure d'oxide de Sodium.

Chlorsaures Kali. Das chlorsaure Kali $KO, Cl\dot{O}_5$, ein in weißen, tafelförmigen rhombischen Krystallen krystallisirendes Salz, wurde früher dargestellt, indem man Chlorgas durch eine concentrirte Lösung von kohlensaurem Kali leitete, wobei alle Kohlensäure entwich und eine Lösung entstand, die chlorsaures Kali und Chlorkalium enthielt:

$$6\,KO, CO_2 + 6\,Cl = 6\,CO_2 + KO, Cl\,O_5 + 5\,K\,Cl.$$

Das chlorsaure Kali krystallisirte aus der Flüssigkeit zuerst heraus. Die Mutterlauge lieferte beim Abdampfen Chlorkalium. Gegenwärtig läßt man Chlorgas auf Kalkmilch einwirken, wobei chlorsaurer Kalk und Chlorcalcium entstehen. Der erstere wird durch Chlorkalium zersetzt. Eine andere Methode der Darstellung von chlorsaurem Kali besteht darin, daß man Chlorgas auf eine Auflösung von einem Aequiv. Chlorkalium, die mit 6 Aequivalenten Kalk zu einem Brei angerührt worden ist, einwirken läßt:

$$K\,Cl + 6\,CaO + 6\,Cl = 6\,Ca\,Cl + KO, Cl\,O_5.$$

Das chlorsaure Kali findet jetzt hauptsächlich Anwendung in der Feuerwerkerei, als Zusatz zur Masse der Zündhütchen und als oxydirendes Mittel in der Kattundruckerei. Früher wurde es zur Fabrikation der Tauchzündhölzchen benutzt.

Braunsteinprobe.

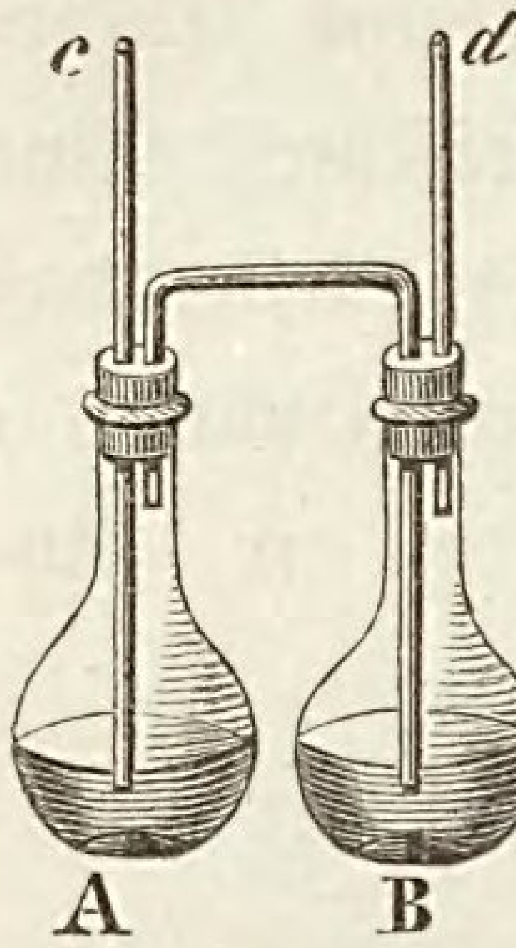
Braunsteinprobe. Der bei der Chlorkalkfabrikation angewendete Braunstein ist der Pyrolusit der Mineralogen, oder das Mangansuperoxyd ($Mn\,O_2$) der Chemiker; häufig enthält dieses Mineral niedrigere Oxydationsstufen des Mangans oder auch fremde Substanzen beigemengt. Da aber das Mangan als solches im Braunstein nur von untergeordnetem Werthe ist, so ist es von Wichtigkeit, genau die Menge des darin enthaltenen Superoxydes kennen zu lernen. Unter den vielen zu diesem Behufe vorgeschlagenen Methoden gebührt der von den Herren Fresenius und Will vorgeschlagenen der Vorzug. Diese Methode gründet sich darauf, daß ein Aequivalent Mangansuperoxyd mit Schwefelsäure übergossen und erhitzt,

durch seinen frei werdenden Sauerstoff ein Aequivalent Oxalsäure in zwei Aequivalente Kohlensäure umzuwandeln vermag, denn:

1 Aequivalent Mangansuperoxyd (MnO_2), 1 Aeq. Schwefelsäure (SO_3), 1 Aeq. Oxalsäure (C_2O_3, HO)	geben	1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3), 2 Aeq. Kohlensäure ($2\,CO_2$), 1 Aeq. Wasser (HO).

Aus dem Gewicht der entwichenen Kohlensäure läßt sich leicht der Gehalt des Braunsteins an Mangansuperoxyd berechnen. — Zu Ausführung der Methode bedient man sich des in beistehender Figur 20 dargestellten Apparates. Zwei Glaskölbchen A und B werden durch luftdicht geschlossene Korke vermittelst einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre verbunden, welche in den Kolben A nur bis durch den Kork, in B aber bis auf den Boden reicht. In jedem Kolben befindet sich noch eine an beiden Seiten offene Glasröhre c und d. In den Kolben A bringt man das Gemenge des zu untersuchenden Braunsteins mit der Oxalsäure (oder oxalsaurem Kali) und so viel Wasser, daß der Kolben ungefähr zum dritten Theile angefüllt ist. Der Kolben B wird zur Hälfte mit englischer Schwefelsäure angefüllt. Nachdem dies geschehen, verschließt man die obere Oeffnung der Röhre c mit etwas Wachs und wägt den Apparat; darauf zieht man mit dem Munde durch die Röhre d etwas Luft aus dem Kolben, so daß beim Entfernen des Mundes einige Tropfen Säure in den Kolben A treten. Die Entwickelung der Kohlensäure beginnt sogleich; sie entweicht durch die Schwefelsäure in den Kolben B und wird dadurch getrocknet. Läßt die Kohlensäureentwickelung nach, so saugt man abermals etwas Schwefelsäure herüber und fährt so fort, bis aller Braunstein zersetzt ist, was ungefähr 5 — 10 Minuten Zeit erfordert. Die Beendigung des Versuches erkennt man nicht nur an dem Aufhören der Kohlensäureentwickelung, sondern auch daran, daß kein schwarzes Pulver mehr am Boden des Kolbens befindlich ist. Nach vollendeter Kohlensäureentwickelung entfernt man das Wachs bei c und saugt längere Zeit bei d, um alle Kohlensäure aus dem Apparate zu entfernen. Durch abermaliges Wägen erfährt man den Gewichtsverlust und daraus durch Berechnung die Menge des in dem Braunstein enthaltenen Mangansuperoxydes, da sich zwei Aequivalent Kohlensäure ($2\,CO_2 = 44$) zu einem Aequivalent Man-

Fig. 20.



ganſuperoxyd ($MnO_2 = 43{,}7$) verhalten wie die gefundene Kohlenſäure zu x.

Hätten wir alſo 4,00 Gr. Braunſtein genommen und bei dem Verſuche 3,5 Kohlenſäure erhalten, ſo wäre anzuſetzen

$$\frac{44 : 43{,}7 = 3{,}50 : x}{x = 3{,}47.}$$

In 4 Grammen Braunſtein waren enthalten 3,47 Gr. Manganſuperoxyd, was 86,7 Proc. entſpricht. — Wenn man zu dem Verſuche 2,98 Gr. Braunſtein anwendet und die Menge der Kohlenſäure durch 3 dividirt, ſo ſind die Centigramme der entwichenen Kohlenſäure der Ausdruck des Procentgehaltes an reinem Superoxyd. — Auf einen Theil Braunſtein wendet man $1^1/_2$ Th. neutrales oxalſaures Kali an. — Braunſteinſorten, die kohlenſaure Erden enthalten, werden von dieſen Beimengungen vor dem Verſuche befreit, indem man eine gewogene Menge des Braunſteins mit ſehr verdünnter Salpeterſäure digerirt, den Braunſtein dann auf ein Filter bringt, mit Waſſer auswäſcht und dann mit dem Filter vorſichtig in das Kölbchen A wirft, worauf die Operation wie gewöhnlich vorgenommen wird.

Alkalimetrie.

Alkalimetrie. Die **Potaſche** iſt ein Gemenge von kohlenſaurem Kali und die **Soda** ein Gemenge von kohlenſaurem Natron mit fremden Salzen. In den meiſten Fällen richtet ſich der Werth beider Körper nach der Menge des in ihnen enthaltenen kohlenſauren Salzes. Die Methoden, welche zum Zweck haben, den Gehalt der Potaſche und der Soda in dieſem Sinne zu ermitteln, werden **alkalimetriſche Methoden**, die Geſammtheit derſelben **Alkalimetrie** genannt.

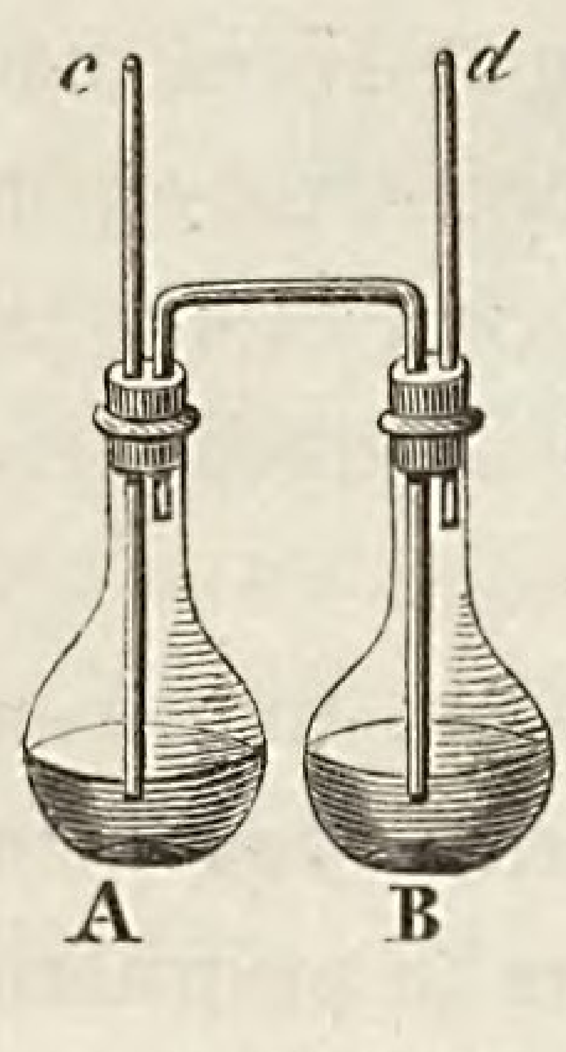
Methode von Descroizilles und Gay-Luſſac. Die ältere von **Descroizilles** angegebene und von **Gay-Luſſac** verbeſſerte Methode beſteht darin, daß man prüft, wie viel Schwefelſäure erforderlich iſt, um mit dem zu prüfenden Salze, der Potaſche oder der Soda ein neutrales Salz zu bilden, da man genau die Menge der Schwefelſäure kennt, die aus einem gewiſſen Quantum kohlenſauren Alkalis die Kohlenſäure austreibt und das Salz ſättigt. Das zu dieſem Verſuche dienende Inſtrument iſt eine, ſchon bei der Chlorometrie erwähnte graduirte Röhre, die durch 100 Theilſtriche in 100 Kubik-

centimeter getheilt ist. Man füllt die graduirte Röhre mit verdünnter Schwefelsäure, die genau aus 1 Theile Schwefelsäure von 1,84 spec. Gewicht und 9 Th. Wasser besteht, bis zum Punkte 0 an; darauf wägt man 3,185 Gr. Soda oder 4,807 Gr. Potasche ab, löst diese Menge in siedendem Wasser und setzt zu der Lösung so lange von der sauren Flüssigkeit, bis die Sättigung erfolgt ist. Um den Punkt der Sättigung genau bestimmen zu können, wird die Lösung des Alkali's mit etwas Lakmustinctur bläulich gefärbt; mit dem Zugießen der sauren Flüssigkeit hört man erst dann auf, wenn die Lösung eine weinrothe Farbe angenommen hat. Aus der Zahl der verbrauchten Hunderttheile der graduirten Flüssigkeit schließt man dann auf den Gehalt der untersuchten Probe. Wenn außer den kohlensauren Alkalien Schwefelmetalle, schwefligsaure und unterschwefligsaure Salze in der Probe enthalten sind, so entstehen bei dieser Art der Bestimmung des Werthes der Alkalien nicht unbedeutende Fehler.

Methode von Fresenius und Will.

Die neue Methode von Fresenius und Will wird in demselben Apparate ausgeführt, den wir schon bei der Braunsteinprobe kennen gelernt haben. Sie gründet sich darauf, daß man in einem gewogenen Apparate das zu untersuchende kohlensaure Alkali mit Schwefelsäure übergießt und aus dem durch die entweichende Kohlensäure entstandenen Gewichtsverluste die Menge des darin enthaltenen kohlensauren Kalis oder Natrons berechnet. Um den Versuch auszuführen, bringt man in den Kolben A (Fig. 21) die abgewogene Menge Substanz und Wasser, daß der Kolben bis zum dritten Theile angefüllt ist, und in den Kolben B englische Schwefelsäure; außerdem verfährt man genau so, wie bei der Braunsteinprobe angegeben worden ist. Nach beendigter Gasentwickelung und nachdem man die Kohlensäure in dem Apparat durch Saugen durch atmosphärische Luft ersetzt hat, wägt man den Apparat. Hatte man 6,29 Grammen Potasche oder 4,84 Gr. Soda (diese Quantitäten enthalten, wenn sie reine kohlensaure Alkalien sind, genau 2 Gramme Kohlensäure) angewendet, so zeigen je zwei Centigramme Verlust ein Procent kohlensaures Alkali an. Betrug der Gewichtsverlust bei der Prüfung einer Soda 1,42 Gr. (= 142 Centigrammen), so enthielt diese Soda $\frac{142}{2} = 71$ Proc. kohlensaures Natron.

Fig. 21.



Fresenius und Will wenden zur Prüfung die getrockneten Substanzen an; zu diesem Zweck werden 10 Grammen der zu untersuchenden Potasche oder Soda schnell gerieben und in einem Schälchen aus Eisenblech oder Porcellan erhitzt, bis alles Wasser ausgetrieben ist, was man daran erkennt, daß eine über die Schale gehaltene Glasplatte nicht mehr beschlägt. Der Gewichtsverlust in Decigrammen ausgedrückt, zeigt den Wassergehalt in Procenten an. Hätten z. B. diese 10 Grammen Potasche beim Erhitzen 9 Decigramme (0,9) verloren, so würde der Wassergehalt 9 Proc. betragen. Dividirt man mit dem Gewichte des Rückstandes in 10000, so erhält man die Quantität der untersuchten Potasche, welche 100 Gewichtstheilen trockner Potasche entspricht; in dem erwähnten Beispiele also 109,8 (91 : 100 = 100 : 109,8). Diese Zahl machen Fresenius und Will zu dem Nenner eines Bruches, durch welchen der Gehalt der Soda oder der Potasche an kohlensaurem Alkali, Wasser und Salzen ausgedrückt wird, während der Zähler dieses Bruches die Procente an reinem kohlensauren Alkali angiebt. Eine käufliche Potasche von $\frac{80}{109,8}$ würde ausdrücken, daß 100 Theile dieser Potasche im wasserfreien Zustande 80 Proc. kohlensaures Kali enthalten und daß der Käufer 109,8 Th. dieser Potasche für denselben Preis erhalten muß, welchen er für die trockne bezahlte.

Da nach der angeführten Methode nur die Menge des kohlensauren Alkali, aber keineswegs die Menge des darin im ätzenden Zustande enthaltenen in Betracht kommen kann, so muß man sich durch einen vorläufigen Versuch überzeugen, ob die zu untersuchende Probe Aetzalkali enthält. Dies geschieht, indem man 3 Th. Chlorbaryum und 1 Theil der zu untersuchenden Probe mit siedendem Wasser übergießt, und nach gutem Umschütteln abfiltrirt. Reagirt die abfiltrirte Flüssigkeit alkalisch, so war in der Probe Aetzalkali enthalten. Ist Aetzalkali zugegen, so nimmt man das entwässerte Alkali, zerreibt es mit der 3—4fachen Menge reinen Quarzsandes, mengt $^1/_4$ kohlensaures Ammoniak hinzu, bringt das Pulver in eine Schale, befeuchtet dasselbe mit Wasser und erhitzt; bis alles Wasser ausgetrieben ist. In der getrockneten Probe wird sodann die Kohlensäure bestimmt. Ist die Quantität des dem kohlensauren Alkali beigemengten Aetzalkalis zu bestimmen, so wägt man zwei Proben der zu untersuchenden Substanz ab, bestimmt in der einen unmittelbar die Kohlensäure, in der anderen, nachdem die Probe mit kohlensaurem Ammoniak behandelt worden

ist. Die Gewichtszunahme bei der zweiten Wägung giebt die Kohlensäuremenge an, welche einer äquivalenten Menge Kalihydrat oder Natronhydrat entspricht. — Ist Schwefelalkalimetall in der Probe enthalten, wovon man sich überzeugt, wenn man eine kleine Menge desselben mit Salzsäure übergießt, und ein über die Lösung gehaltenes mit essigsaurer Bleioxydlösung befeuchtetes Papier gebräunt wird, so setzt man zu der Probe ungefähr 1 Gramm gelbes chromsaures Kali; gleiches geschieht, wenn in der Probe schweflige oder unterschwefligsaure Alkalien enthalten sein sollten. Durch den Zusatz des chromsauren Salzes werden die schweflige Säure und der Schwefelwasserstoff zersetzt, und die entstandenen Educte oder Producte, schwefelsaures Chromoxyd, Wasser und Schwefel bleiben zurück.

Ammoniak und Ammoniaksalze.

Ammoniak und Ammoniaksalze. An die Alkalien, das Kali und Natron, schließt sich ein Körper an, der nicht, wie jene, aus einem Metall und Sauerstoff, sondern aus Sauerstoff und einem zusammengesetzten Radikale, dem Ammonium besteht, das aus einem Aequivalent Stickstoff und 4 Aeq. Wasserstoff (NH_4) zusammengesetzt ist. Man kennt dieses Radikal nicht für sich, sondern nur in seiner Verbindung mit Quecksilber. — Derjenige Körper, welchen man mit dem Namen Ammoniak bezeichnet, enthält ein Aequivalent Wasserstoff weniger als das Ammonium und besteht aus NH_3. Dieser Körper ist diejenige Substanz, welche in ihrer Auflösung in Wasser als flüssiges Ammoniak oder Salmiakgeist allgemein bekannt ist. Mit Säuren verbindet es sich unter Aufnahme von einem Aequivalent Wasser zu den Ammoniaksalzen.

Ammoniak. Das Ammoniak (NH_3) oder flüchtige Alkali ist von nicht unbedeutender Wichtigkeit in technischer Beziehung, es dient unter andern zum Extrahiren der Orseille, der Cochenille u. s. w. Viel bedeutender ist aber seine Wichtigkeit, wenn es, mit Säuren verbunden, als salzsaures Ammoniak (Salmiak) oder als schwefelsaures Salz auftritt. Beide Körper werden sogleich betrachtet werden. Das reine Ammoniak erscheint als farbloses Gas von stechendem, zu Thränen reizendem Geruche und ätzendem, alkalischem Geschmacke; als Gas wird es in der Technik wohl sehr selten angewendet. Ein Volumen Wasser löst 400—500 Volumen

dieses Gases und bildet dann das flüssige Ammoniak, Salmiakspiritus, Salmiakgeist. Bei erhöhter Temperatur und an der Luft verliert diese Flüssigkeit den größten Theil des darin aufgelösten Ammoniaks; deshalb muß dieselbe in gut verschlossenen Gefäßen an einem kühlen Orte aufbewahrt werden. Aus dem specifischen Gewichte des flüssigen Ammoniaks kann man nach folgender Tabelle den Gehalt an reinem Ammoniak kennen lernen.

Spec. Gewicht	Ammoniak	Wasser	Spec. Gewicht	Ammoniak	Wasser
0,875	32,50	67,50	0,951	12,40	87,60
0,900	26,00	74,00	0,954	11,56	88,40
0,905	25,39	74,63	0,957	10,82	89,18
0,925	19,54	80,46	0,959	10,27	89,83
0,932	17,52	82,48	0,961	9,60	90,40
0,938	15,88	84,12	0,969	9,50	90,50
0,943	14,53	85,47	1,000	0,00	100,00
0,947	13,46	86,54			

Darstellung des Ammoniaks aus einem Ammoniaksalze.

Um das Ammoniak darzustellen, bedient man sich jetzt zweier Methoden. Die erste derselben besteht darin, ein Ammoniaksalz in der Wärme durch Aetzkalk zu zersetzen; die zweite, das bei der Leuchtgasbereitung nebenbei erzeugte Ammoniakgas aufzufangen. Nach der ersten Methode mengt man Salmiak oder besser noch schwefelsaures Ammoniak mit Aetzkalk und erhitzt; indem sich die Säure des Ammoniaksalzes mit dem Kalk verbindet, wird das Ammoniak frei und entweicht gasförmig, so geben:

$$\left.\begin{array}{l}\text{1 Aeq. Salmiak } (NH_3 + ClH)\\ \text{1 Aeq. Aetzkalk } (CaO)\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 Aeq. Chlorcalcium } (Cl\,Ca)\\ \left.\begin{array}{l}\text{1 Aeq. Ammoniak}\\ \text{1 Aeq. Wasser}\end{array}\right\} (NH_3 + HO)\end{array}\right.$$

Das Erhitzen des Gemenges nimmt man entweder in einem eisernen Gefäße, oder im Kleinen in einem gläsernen Ballon vor; im ersteren Falle bedient man sich zweckmäßig eines eisernen Cylinders. Das sich entwickelnde Gas fängt man in einem Woulff'schen Apparate auf, der aus bleiernen Flaschen zusammengesetzt ist.

Ammoniak als Nebenproduct bei der Gasbereitung.

Das zweite Verfahren, nach welchem man das bei der Gasbereitung sich bildende Ammoniakgas benutzt, wird nach

Mallet's Methode auf folgende Weise ausgeführt: Die Condensationswässer (siehe weiter unter Gasbeleuchtung) enthalten unter anderen Producten kohlensaures Ammoniak und Schwefelammonium; indem man diese Wässer mit gelöschtem Kalk destillirt, entwickelt sich Ammoniak und es bleiben kohlensaurer Kalk und Schwefelcalcium zurück. Das entweichende Gas wird ebenfalls in dem Woulff'schen Apparate aufgefangen.

Ammoniaksalze. Die in den Künsten und Gewerben angewendeten Ammoniaksalze sind das kohlensaure Ammoniak und der Salmiak.

Kohlensaures Ammoniak. Allen Ammoniaksalzen, die man in Deutschland darstellt, dient das kohlensaure Ammoniak (NH_3, HO, CO_2) zur Basis. Dieses Salz wird auf dreierlei Weise gewonnen:

1) Durch Fäulniß thierischer stickstoffhaltiger Körper.

2) Durch trockne Destillation derselben.

3) Als Nebenproduct bei der Gasbereitung.

Durch Fäulniß des Harnes. Wenn stickstoffhaltige thierische Körper verfaulen, so entwickelt sich stets kohlensaures Ammoniak; von dieser Bildung macht man in größeren Städten Gebrauch, indem man Harn faulen läßt; der Harnstoff desselben verwandelt sich durch die Fäulniß in kohlensaures Ammoniak, denn:

1 Aeq. Harnstoff ($C_2 H_4 N_2 O_2$) und 4 Aeq. Wasser (4 HO)

geben

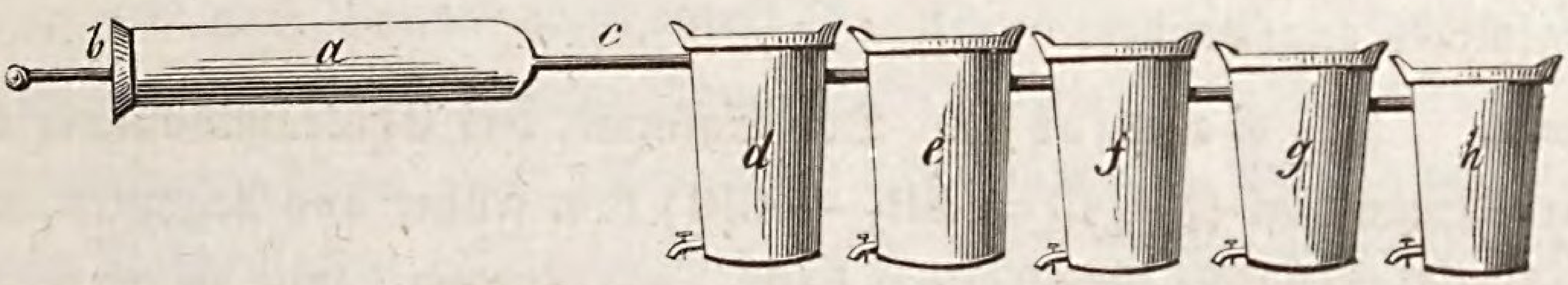
2 Aeq. kohlensaures Ammoniak (2 NH_3, HO, CO_2).

Der gefaulte Harn wird in einer besondern Vorrichtung destillirt, bis von 10 Eimern Flüssigkeit 3 Eimer übergegangen sind. Die so erhaltene verdünnte Lösung von kohlensaurem Ammoniak wird durch Gyps in schwefelsaures Ammoniak (NH_3, HO, CO_2 + CaO, SO_3 = NH_3, HO, SO_3 + CaO, CO_2) verwandelt, und letzteres zur Darstellung von Salmiak angewendet. In Paris ist die Darstellung von Ammoniaksalzen aus gefaultem Harn, so bedeutend, daß man die Menge derselben auf 18,000 Centner jährlich anschlagen kann.

Durch trockne Destillation. Bei der trocknen Destillation thierischer, stickstoffhaltiger Substanzen, wie der Knochen, des Horns, des Fleisches, der Häute u. s. w. erhält man kohlensaures Ammoniak, das sich zum Theil im festen Zustande in den Kühlgefäßen (Sal cornu cervi s. Ammonium carbonicum pyro-oleosum) absetzt, zum Theil auch in der übergegangenen Flüssigkeit gelöst ist

(Spiritus cornu cervi). Ist der Hauptzweck der Operation, Blutlaugensalz zu gewinnen, so nimmt man die Destillation der thierischen Substanzen bei möglichst niedriger Temperatur vor, damit die zurückbleibende Kohle so stickstoffhaltig wie möglich sei. Zu diesem Zwecke bringt man die destillirenden Substanzen in eiserne Cylinder a durch den Deckel b (Fig. 22); dieser Cylinder endigt an dem andern Ende in ein enges Rohr c, das luftdicht

Fig. 22.



mit der ersten Tonne d verbunden ist; die Tonne steht mit einer zweiten e, diese mit einer dritten u. s. f. in Verbindung. Wird der Cylinder, der über einen geeigneten Feuerungsraum eingemauert ist, erhitzt, so condensiren sich in der ersten Tonne wässeriges Ammoniak und Oel, in der zweiten außer diesen Substanzen noch festes kohlensaures Ammoniak, das nach beendigter Destillation aus den Fässern entfernt wird. — Das auf diese Weise erhaltene kohlensaure Ammoniak ist mit thierischem Brenzöl (Knochenöl, Hirschhornöl) imprägnirt, es wird von diesem durch Auflösen, Filtriren durch thierische Kohle, Abdampfen und nochmalige Sublimation befreit.

Von dem bei der Destillation der Steinkohlen, behufs der Leuchtgasbereitung erhaltenen kohlensauren Ammoniak wird in der Folge ausführlich die Rede sein.

Reines kohlensaures Ammoniak. Vollkommen reines kohlensaures Ammoniak gewinnt man durch Erhitzen eines Gemenges von 3 Th. Kreide mit 1 Th. Salmiak, denn:

1 Aeq. Kreide (CaO, CO_2) und 1 Aeq. Salmiak ($NH_4\ Cl$)	geben	1 Aeq. kohlensaures Ammoniak (NH_3, HO, CO_2) 1 Aeq. Chlorcalcium ($Ca\ Cl$).

Natürliches kohlensaures Ammoniak. In der Natur findet sich in einem Guanolager an der Westküste Patagoniens zweifach kohlensaures Ammoniak in so großer Menge, daß es bereits Gegenstand des Handels geworden ist. Es besteht aus durchscheinenden, krystallinischen Stücken von gelblicher Farbe.

Eigenschaften und Anwendung des kohlensauren Ammoniaks.

Das reine kohlensaure Ammoniak geht unter Ammoniakverlust in anderthalb kohlensaures Ammoniak, $2\,NH_4\,O,\,3\,CO_2$ über; letztere Verbindung ist es, welche in der Technik unter dem Namen flüchtiges Laugensalz Anwendung findet. Sie erscheint im reinen Zustande als eine weiße krystallinische Masse, die sich leicht in Wasser löst und an der Luft unter Ammoniakverlust in zweifach kohlensaures Ammoniak übergeht, wird in der Zucker- und Lebkuchenbäckerei zum Auftreiben des Teiges und das unreine Salz zum Darstellen des Salmiaks angewendet.

Salmiak.

Salmiak *). Der Salmiak, das Chlorammonium oder salzsaure Ammoniak ($NH_4\,Cl = NH_3 + ClH$) kam früher aus Aegypten, welches das ausschließliche Privilegium hatte, ganz Europa damit zu versorgen. Sein Name Sal ammoniacus rührt entweder von dem Ammonstempel, oder von ammonias, lybisch, her. Man bereitet den Salmiak in Aegypten durch Verbrennen des Kameelmistes, wo derselbe als Brennmaterial dient; der bei der Verbrennung entstehende Rauch führt den Salmiak mit sich fort, welcher letztere sich mit Ruß gemengt in den oberen Theilen des Schornsteins ansetzt. Von dem Ruß befreit man den Salmiak durch einfache Sublimation in irdenen Töpfen.

In Europa fing man erst im 18. Jahrhundert an, den Salmiak im Großen zu fabriciren, indem die Gebrüder Gravenhorst die erste Salmiakfabrik im Jahre 1759 in Braunschweig anlegten. Heutzutage stellt man den Salmiak auf folgende Weise dar:

1) man verwandelt das nach einem der oben angegebenen Verfahren erhaltene kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures;
2) man zersetzt das schwefelsaure Ammoniak durch Kochsalz;
3) man sublimirt den erhaltenen rohen Salmiak.

1) Umwandlung des kohlensauren Ammoniaks in schwefelsaures. Das rohe kohlensaure Ammoniak wird theils in verdünnter

---

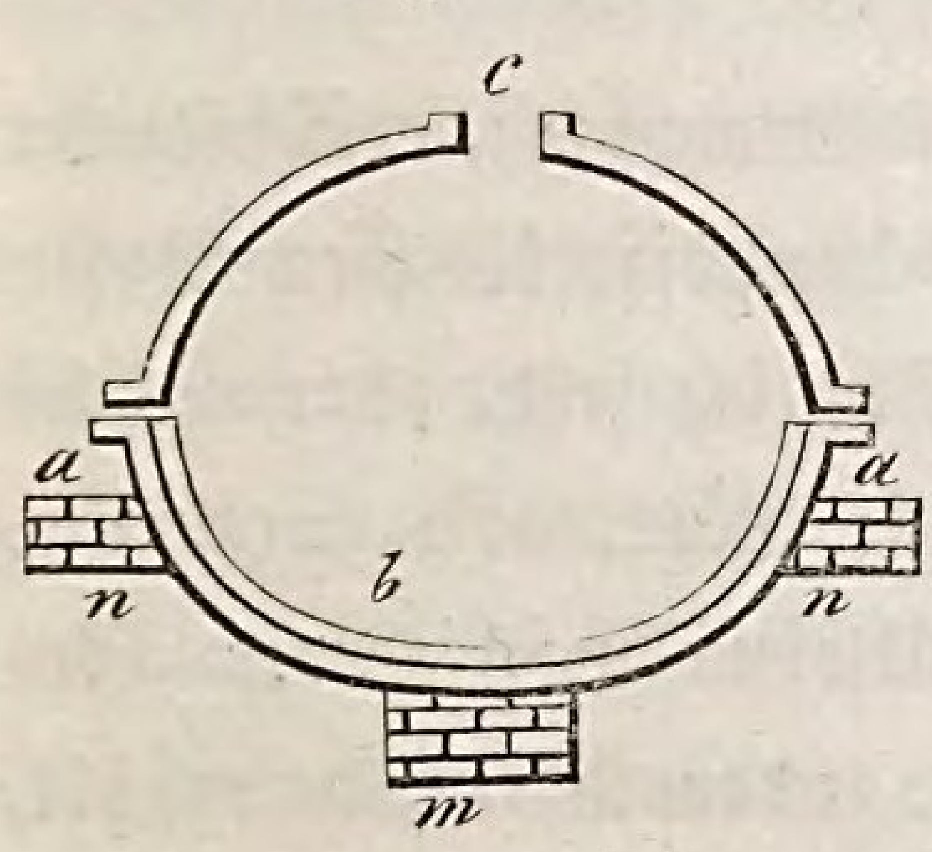
*) Merkwürdig ist das Vorkommen des Salmiaks als Sublimationsproduct der Lavaströme. Am Aetna ist der Salmiak häufig und in großer Menge vorgekommen, so z. B. auf den Laven von 1635 und 1669 in solcher Quantität, daß er eingesammelt und nach den Städten Catania und Messina zum Verkauf gebracht werden konnte. Der Strom von 1832 setzte so viel Salmiak ab, daß der Führer des Geognosten Elie de Beaumont durch das Einsammeln desselben seinen Lebensunterhalt fand.

Schwefelsäure gelöst, theils, und es ist dies zum größten Theile der Fall, dadurch in schwefelsäures Ammoniak verwandelt, daß man die Lösung des kohlensauren Ammoniaks mehrere Male durch Gyps filtrirt, und die erhaltene schwefelsaure Ammoniaklösung mit verdünnter Schwefelsäure ansäuert.

2) Umwandlung des schwefelsauren Ammoniaks in Salmiak. Die erwähnte Lösung wird in höher gelegene Reservoirs gepumpt und von da in kleinere Abdampfepfannen geleitet, welche zum Schutze auf eisernen Platten stehen. Wenn die Lösung in den Pfannen bis auf 19 — 20° nach Baumé abgedampft ist, setzt man nach und nach die zur Zersetzung des schwefelsauren Ammoniaks nöthige Menge Kochsalz (gleiche Aequivalente) hinzu, und rührt bis zur vollständigen Auflösung um. Die durch Absetzenlassen geklärte Lösung wird durch Heber in neue Abdampfepfannen gebracht, in welchen sich nach mehrstündigem Sieden kleine Krystalle von Glaubersalz absetzen. Das heraus krystallisirte Glaubersalz wird aus den Pfannen entfernt, mit Wasser gewaschen und getrocknet. Nachdem aus der Flüssigkeit der größte Theil des Glaubersalzes ausgeschieden ist, bringt man dieselbe in hölzerne Krystallisirgefäße, in welchen nach 24—30 Stunden die Krystallisation beendigt ist. Die Mutterlauge wird von den Krystallen abgegossen, und letztere, nachdem sie durch Umstellen der Krystallisirgefäße von der anhängenden Flüssigkeit befreit worden sind, auf einer erwärmten eisernen Platte unter fortwährendem Umrühren getrocknet; die getrocknete Masse wird hierauf auf einer Mühle gemahlen und als roher Salmiak an einem trocknen Orte aufbewahrt.

3) Sublimation des rohen Salmiaks. Der so erhaltene Salmiak enthält außer färbenden organischen Substanzen etwas Glaubersalz und Eisenchlorid, von welchen Körpern er durch vorsichtige Sublimation befreit wird. Die Sublimation geschieht in irdenen Gefäßen b (Fig. 23), die in einer eisernen Kapelle a eingesetzt sind; die Kapelle ruht auf den Steinen m und n. Nachdem der Salmiak in das irdene Gefäß eingetragen und vermittelst eines hölzernen Stößels festgestampft worden ist, beginnt man die Kapelle zu erwärmen, bis alles dem Salmiak anhängende Wasser verjagt worden ist. Darauf legt man auf den Rand der Kapelle einen Ring von Lehm und drückt in diesen eine Haube von Blei ein, deren Oeffnung c mit einem Stabe lose

Fig. 23.



verschlossen wird. Alsdann verstärkt man das Feuer. Wenn der sublimirte Kuchen seine gehörige Dicke erreicht hat, wird die Sublimation unterbrochen, der erhärtete Kuchen aus der Bleihaube entfernt und vermittelst eines Hobels von anhängenden Unreinigkeiten befreit. Der in den thönernen Gefäßen zurückbleibende Rückstand besteht aus Glaubersalz, Salmiak und Eisenchlorid und wird auf beide ersteren Substanzen verarbeitet.

Durch die Sublimation wird der Preis des Salmiaks auf das Doppelte erhöht; man hat deshalb in neuerer Zeit angefangen, die durch Destillation oder durch Fäulniß, oder bei der Gasfabrikation erhaltene Lösung von kohlensaurem Ammoniak mit Salzsäure zu sättigen und die erhaltene Salmiaklösung zum Krystallisiren abzudampfen. Ferner gewinnt man Salmiak als Nebenproduct in den Leimfabriken, indem man den salzsauren Auszug der Knochen mit ammoniakhaltigen Flüssigkeiten sättigt, die erhaltene Lösung von dem gefällten phosphorsauren Kalk abgießt und zum Krystallisiren abdampft.

Salmiak als Nebenproduct bei dem Hohofenproceß.

Ueber die Möglichkeit der vortheilhaften Darstellung des Salmiaks als Nebenproduct bei der Gewinnung des Eisens durch den Hohofenproceß, siehe weiter unten „Eisen."

Anwendung des Salmiaks.

Der Salmiak wird zum Verzinnen des Kupfers, Eisens und Messings angewendet. Außerdem dient derselbe bei der Platingewinnung und Fabrikation des Platinschwammes, dieses Metall aus seiner Lösung in Königswasser zu fällen; der erhaltene Platinsalmiak ($PtCl_2$, NH_4 Cl) wird geglüht, wodurch das Platin metallisch als Schwamm zurückbleibt.

Das Glas.

Glas.

Das Glas ist ein geschmolzenes Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze, in welchem Kali und Natron die hauptsächlichsten Basen ausmachen, zu denen man aber entweder andere absichtlich setzt, oder welche zufällig von unreinen Materialien herrührend, in die Glasmasse gerathen. Die Erfindung des Glases verliert sich in die urälteste Geschichte. Gewöhnlich wird sie zwar den Phöniziern zugeschrieben, indem Plinius erzählt, daß Kaufleute dieser Nation an dem sandigen Ufer des Flusses Belus landeten, und ihre Kochgeschirre auf Sodastücke stellten. Sie bemerkten bald,

daß letztere mit dem Sand des Bodens zu Glas zusammengeschmolzen waren. Diese Erzählung verdient indessen keine Glaubwürdigkeit, da die Bildung des Glases auf diese Weise unwahrscheinlich erscheint, ferner bereits Glasgefäße in ägyptischen Bauwerken gefunden wurden, die weit älter sind, als die Periode, in welcher die Glasfabrikation bei den Phöniziern bekannt wurde. — Hinsichtlich der Farbe und der Zusammensetzung unterscheidet man 1) Bouteillenglas oder grünes Glas, 2) weißes Glas, 3) Bleiglas, 4) gefärbtes Glas; hinsichtlich der darin vorherrschenden Base oder des Flußmittels: 1) Kaliglas und 2) Natronglas, und hinsichtlich der Verarbeitung: 1) Hohlglas, 2) Tafelglas, 3) gegossenes Glas. Faßt man beide Eintheilungen zusammen, so läßt sich unterscheiden:

I. Bleifreies Glas	Bouteillenglas, weißes Glas, Wasserglas.
II. Bleihaltiges Glas . . .	Krystallglas, Flintglas, Straß, Email.

Rohmaterialien. Die Rohmaterialien zur Glasmasse sind Kieselerde, Kali, Natron, Kalk, Entfärbungsmittel (Braunstein, arsenige Säure, Salpeter, Mennige), Bleioxyd.

Kieselerde. Die Kieselerde oder Kieselsäure (SiO_3), die sich in der Natur in großer Menge ziemlich rein als Sand und Quarz, und mit Basen verbunden in vielen Mineralien, den Silicaten, z. B. dem Feldspath in großer Menge findet, wird zur Glasfabrikation meist als Sand, selten als Quarz oder Feuerstein angewendet. Der angewendete Sand muß zu den bessern Sorten möglichst eisenfrei sein; das Eisen, das gewöhnlich nur auf der Oberfläche der vollkommen reinen Quarzkrystalle befindlich ist, wird entweder durch einfaches Waschen, oder besser noch durch Digestion mit Salzsäure entfernt. Vor der Anwendung pflegt man den Sand auszuglühen, damit er mürbe werde und leichter schmelze. Zum Bouteillenglase setzt man nicht selten Mergel und Lehm, welche außer der Kieselerde auch noch beträchtliche Mengen von Thonerde in die Glasmasse bringen. Als theilweise Ersatzmittel für Kieselsäure, setzt man für gewisse Glassorten dem Satze Borsäure zu.

Kali und Natron. Kali und Natron werden gewöhnlich

in Form von Potasche oder Soda angewendet. Soda wird jetzt stets dem Kali vorgezogen, da das Natron eine größere Sättigungscapacität besitzt, 10 Th. kohlensaures Natron entsprechen 13 Th. kohlensaurem Kali. In der neueren Zeit wendet man Kali und Natron, besonders das letztere in Form von schwefelsaurem Salze an und setzt dann zu der Kieselerde und dem Glaubersalze so viel Kohle, daß die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure reducirt, und die Kohle zu Kohlenoxydgas oxydirt werde. Das entstandene schwefligsaure Natron wird dann leicht von der Kieselsäure zersetzt, während schweflige Säure entweicht. Sehen wir von allen Gewichtsverhältnissen ab (man benutzt auf 100 Th. Glaubersalz 8 — 9 Th. Kohle), so läßt sich der Vorgang bei der Anwendung des Glaubersalzes zur Glasfabrikation durch folgendes Schema erläutern:

1) 1 Aeq. Glaubersalz (NaO, SO_3), 1 Aeq. Kohle (C),	geben	1 Aeq. schwefligsaures Natron (NaO, SO_2), 1 Aeq. Kohlenoxyd (CO).

2) Kieselerde und schwefligsaures Natron (NaO, SO_2) geben kieselsaures Natron und schweflige Säure.

Die Anwendung des Kochsalzes zur Glasfabrikation hat sich nicht bewährt.

Kalk. Der zur Glasfabrikation angewendete Kalk muß möglichst eisenfrei sein. Der Kalkstein wird im rohen Zustande, d. h. ohne ihn vorher zu brennen oder zu pulvern, zur Glasmasse gesetzt. In einigen böhmischen Fabriken wendet man sogleich Wollastonit (kieselsauren Kalk $= 3\ CaO + 2\ SiO_3$) an.

Bleioxyd. Das Bleioxyd wird in den meisten Fällen in Gestalt von Mennige ($Pb_3\ O_4$) angewendet, welche, indem sie einen Theil ihres Sauerstoffs abgiebt und zu Bleioxyd reducirt wird, reinigend auf die Glasmasse einwirkt. Das in der Natur vorkommende Schwefelblei, der Bleiglanz (PbS) läßt sich zur Darstellung eines bleihaltigen Glases anwenden, wenn zugleich schwefelsaures Alkali, wie Glaubersalz vorhanden ist. Die gegenseitige Zersetzung beider Verbindungen wird durch folgendes Schema erklärt:

3 Aeq. Glaubersalz (3 NaO, SO_3) 1 Aeq. Bleiglanz (PbS)	geben	3 Aeq. Natron (3 NaO), 4 Aeq. schweflige Säure (4 SO_2) 1 Aeq. Bleioxyd (PbO).

Entfärbungsmittel. Zu farblosen Gläsern bedient man sich als Zusatz zur Glasmasse gewisser Entfärbungsmittel, welche durch Sauerstoffabgabe wirken. Die Färbung der Glasmasse rührt entweder her von Eisenoxydul, oder sie rührt her von zufällig in die Masse gekommenen organischen Theilen, von Kohle. Im erstern Falle soll durch das Entfärbungsmittel das Eisenoxydul zu Eisenoxyd oxydirt werden, welches bei äquivalenter Menge viel weniger als das Oxydul färbt, im zweiten will man die Kohle entfernen, indem man dieselbe zu Kohlenoxyd oder Kohlensäure oxydirt. Solche Entfärbungsmittel sind Braunstein, Salpeter, arsenige Säure und die schon erwähnte Mennige. Die Theorie der Entfärbung mag durch folgende Beispiele erläutert werden:

Man hat ein eisenoxydulhaltiges Glas 1) durch Braunstein und ein dergleichen 2) durch arsenige Säure zu entfärben, so sind

1) 2 Aeq. Eisenoxydul (2 FeO) und 1 Aeq. Braunstein (MnO_2)	=	1 Aeq. Eisenoxyd (Fe_2O_3) und 1 Aeq. Manganoxydul (MnO)
2) 6 Aeq. Eisenoxydul (6 FeO) und 1 Aeq. arsenige Säure (AsO_3)	=	3 Aeq. Eisenoxyd (3 Fe_2O_3) und 1 Aeq. Arsenik (As).

Es sei ferner ein kohlehaltiges Glas durch Salpeter zu entfärben, so sind

1 Aeq. Salpeter (KO, NO_5) und 5 Aeq. Kohle (5 C)	=	5 Aeq. Kohlenoxyd (5 CO), 1 Aeq. Stickstoffgas (N), 1 Aeq. Kali (KO).

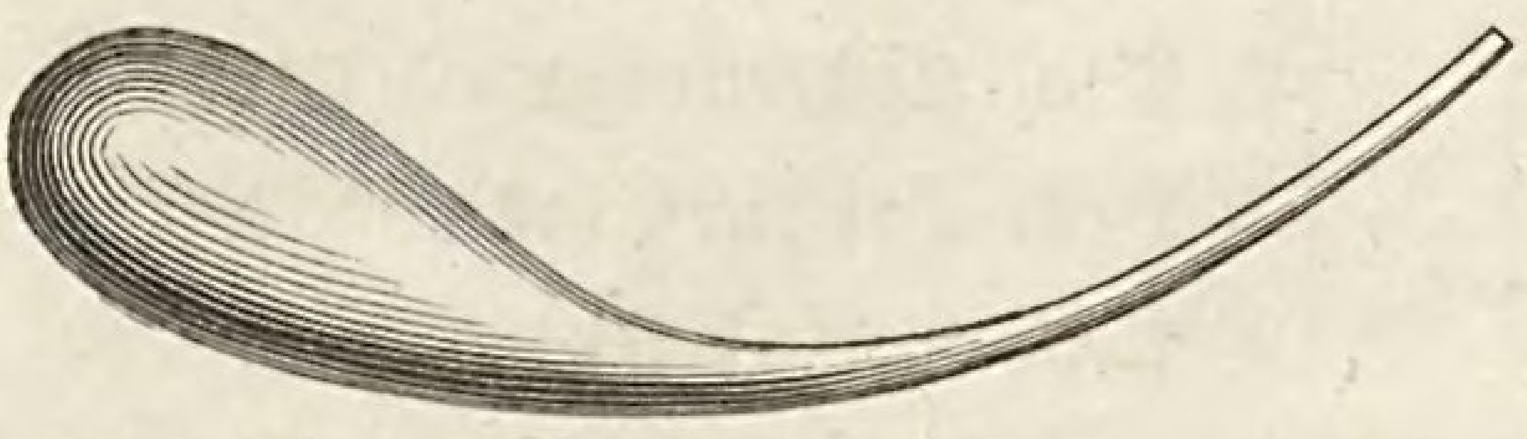
In dem ersten Beispiele bildet sich ungefärbtes kieselsaures Manganoxydul; in dem zweiten verflüchtigt sich das Arsenik und in dem dritten entsteht kieselsaures Kali. Das durch Braunstein entfärbte Glas nimmt am Tageslicht, noch mehr im Sonnenschein, nach und nach eine violette Färbung an. — Mennige ist als Entfärbungsmittel nur dann anwendbar, wenn ein bleihaltiges Glas erzeugt werden soll.

Andere bei der Glasfabrikation angewendete Substanzen sind Thonerde, Baryt und Glasbruch. Die Thonerde wendet man vorzugsweise bei ordinärem Glase an, bei welchem der Preis durch eine kleine Menge von Alkali erniedrigt werden soll. Der Baryt wird zuweilen in Form von kohlensaurem, als Zusatz zur Glasmasse angewendet; das Barytglas soll viel vorzüglicher als das Kalkglas sein.

Allgemeine Eigenschaften des Glases. Durchsichtigkeit und Weiße sind die vorzüglichsten Eigenschaften eines Glases. Damit ein Glas diese Eigenschaften habe, müssen die zu seiner Fabrikation angewendeten Substanzen möglichst rein sein, und die Grundmasse des Glases darf nur die unumgänglich nothwendige Menge von Flußmitteln, von Kali, Natron, Kalk ꝛc. enthalten. Das Glas ist innerhalb gewisser Grenzen elastisch; ein gut gekühlter Glasfaden läßt sich, ohne zu zerbrechen, verspinnen oder zu einem Ringe biegen. Es ist ferner im Allgemeinen klingend. Bleifreie Gläser und besonders gewisse in Böhmen gefertigte Sorten sind so hart, daß sie am Stahle Feuer geben; bleihaltige Gläser sind bei weitem nicht so hart; die Härte derselben ist umgekehrt dem Bleioxydgehalt proportional. Jedes Glas ist mehr oder minder schmelzbar, natronhaltige Gläser sind schmelzbarer und härter, als kalihaltige. Durch rasches Abkühlen wird das Glas sehr spröde und zeigt dann Eigenthümlichkeiten, die wir an den Glastropfen und an den Bologneser Fläschchen beobachten.

Glastropfen. Die Glastropfen oder Glasthränen (Larmes bataviques) sind Tropfen von geschmolzenem Glas, die man durch Fallenlassen in kaltes Wasser hastig abgekühlt hat. Sie sind gewöhnlich von nebenbei abgebildeter Form (Fig. 24); bricht man die äußere Spitze ab, so verwandelt sich die ganze Masse des Glases mit einigem Geräusch in ein Pulver. Aehnlich ist der Versuch mit den Bologneser Fläschchen, welche sogleich zerspringen, wenn man irgend ein hartes Steinsplitterchen in dieselben fallen läßt. In beiden Fällen sind die innen befindlichen Moleküle durch das rasche Erkalten der äußeren zusammengepreßt, eine geringe Verletzung der Oberfläche ist schon hinreichend, die Spannung aufzuheben und die inneren Moleküle zu befreien. — Wenn Glas längere Zeit in einem Tiegel in Sand, Gyps oder Asche eingegraben, geglüht wird, so verliert es einen Theil seines Alkalis und die Durchsichtigkeit, und nimmt ein strahliges Gefüge und ein porcellanähnliches Ansehen an. Den Vorgang nennt man das Entglasen und das Product Reaumur'sches Glas oder Porcellan. Das Entglasen findet am schnellsten bei erdehaltigen Gläsern, am schwierigsten bei Bleigläsern statt. Das Entglasen selbst wird erklärt, daß durch wiederholtes Glühen eines

Fig. 24.



Bologneser Fläschchen.

Reaumur'sches Glas.

Glases sich die Kieselerde desselben in die Basen theilt und bestimmte Verbindungen bildet, die sich krystallinisch abscheiden. Durch das Entglasen wird das Glas hart, schwieriger schmelzbar und erträgt schnellen Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen. Wenn es gelingen sollte, die Entglasung des Glases zu reguliren, so wäre es wahrscheinlich, daß zu vielen Zwecken das Porcellan verdrängt werden würde, da gewisse Glasgeräthe viel leichter geblasen als ähnliche Porcellangefäße geformt werden können.

Fernere allgemeine Eigenschaften des Glases.

Der Glanz des Glases ist außerordentlich verschieden; er steht in Beziehung zu den Aequivalenten der Basen des Glases, zum specifischen Gewichte, zur Schmelzbarkeit und zum Lichtbrechungsvermögen. Letztere Eigenschaft des Glases und Dichtigkeit und Härte sind von einander in der Weise abhängig, daß in dem Verhältnisse, als die Härte abnimmt, die beiden andern zunehmen. Das specifische Gewicht eines Glases hängt von der Zusammensetzung ab, Bleigläser sind am schwersten, während die Natron- und Kaligläser das geringste specifische Gewicht haben. Nach Payen ist das specifische Gewicht

des Flintglases	3,3—3,6
des Bouteillenglases . . .	2,732
des Fensterglases	2,642
des böhmischen Kaliglases .	2,396.

Je härter und schwerer schmelzbar ein Glas ist, desto weniger wird es von chemischen Agentien angegriffen; von Fluorwasserstoffsäure wird begreiflicherweise ein jedes Glas zerstört. Während einige Glassorten schon von siedendem destillirten Wasser und von schwachen alkalischen und säurehaltigen Flüssigkeiten wie z. B. von Wein angegriffen werden, bemerkt man bei vielen selbst durch längere Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure keine Veränderung. Durch öfteres Sieden mit dieser Säure wird aber selbst ein hartes Glas allmälig zerstört, wie wir an den Glasretorten, die man in einigen Fabriken zur Concentration der Schwefelsäure benutzt, wahrnehmen können.

Zusammensetzung des Glassatzes.

Das zur Anfertigung einer bestimmten Glassorte erreichte Gemenge von Rohmaterial heißt der Glassatz. Wenn man zur Darstellung des Glases reine Materialien anwendet, so erhält man farbloses Glas; der Sauerstoff der Basen verhält sich in den besten Glassorten zu dem der Kieselsäure wie 1 : 4. Das französische Fensterglas wird angefertigt aus 100 Th. Sand, 35 — 40 Th. Kreide, 30 — 35 Th.

calcinirter Soda und 180 Th. Glasbruch; das sächsische vermittelst Glaubersalz aus 50 Th. Quarz, 25 Th. schwefelsaurem Natron, 2 Th. Kohle und $5\frac{1}{2}$ Th. Kalk. Die Zusammensetzung des Fensterglases läßt sich durch die allgemeine Formel:

$$3\ RO,\ 4\ SiO_3$$

wiedergeben, in welcher RO hauptsächlich Natron und Kalk, seltener Kali bedeutet. Englisches Krystallglas aus 120 Th. weißem Sand, 40 Th. Potasche, 35 Th. Bleiglätte oder Mennige und 12 Th. Salpeter. Ordinäres Bouteillenglas fand man zusammengesetzt aus 45,6 Th. Kieselerde, 14,0 Th. Thonerde, 6,2 Eisenoxyd, 28,1 Th. Kalk und 6,1 Th. Kali. Die Zusammensetzung des ordinären Bouteillenglases läßt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$3\ (CaO,\ KO,\ NaO),\ 4\ SiO_3 + (Al_2\ O_3,\ Fe_2\ O_3),\ SiO_3.$$

Böhmisches Glas besteht aus 100 Th. Quarz, 10 Th. Kalk und 30 Th. Potasche. Zu Crownglas für optische Zwecke wendet man an 400 Th. Sand, 160 Th. Potasche, 20 Th. Borax, 20 Th. Mennige, 1 Th. Braunstein, oder 31 Th. Quarz, 22 Th. Potasche, 6 Th. Kalk, 2 Th. Salpeter, $\frac{1}{2}$ Th. Arsenik, $\frac{1}{10}$ Th. Braunstein, $\frac{1}{32}$ Smalte. Die Analyse von ausgezeichnetem englischen Crownglase führt zu der Formel:

$$(3\ KO,\ 5\ SiO_3 + 3\ CaO,\ 5\ SiO_3)$$

Schmelzen des Satzes.

Früher pflegte man den Glassatz vor dem Schmelzen in einem besonderen Ofen, dem Frittofen, bis zum Zusammensintern zu erhitzen und die zusammengesinterte Masse erst in die Schmelzgefäße zu bringen. Man nannte diese Operation das Fritten. Jetzt begnügt man sich, die vorher gewogenen gemengten Materialien vor dem Schmelzen durch Erhitzen zu trocknen und dann ohne Weiteres in die Schmelzgefäße, die

Glashäfen.

Glashäfen einzutragen. Es ist nicht erforderlich, vorausgesetzt, daß die Kieselerde als Sand angewendet wird, die Materialien vorher zu pulvern. Die Glashäfen werden auf der Hütte selbst aus schwer schmelzbarem Thon und gepulverten Charmottestücken angefertigt; sie sind ungefähr 2 Fuß hoch und sind in den Wänden 3 Zoll stark. Diese Häfen werden zuerst lufttrocken gemacht, dann in erwärmter Luft getrocknet und endlich in einem Ofen bis zum Rothglühen erhitzt. Gewöhnlich haben diese Häfen die Form umstehender Figur 25. Wenn mit Torf gefeuert wird, so giebt man den Häfen eine andere Form und versieht sie mit einem

Halse, der in die Seitenmauern des Ofens führt (Fig. 26). Die in den Spiegelgießereien angewendeten Schmelzgefäße sind viereckig und heißen

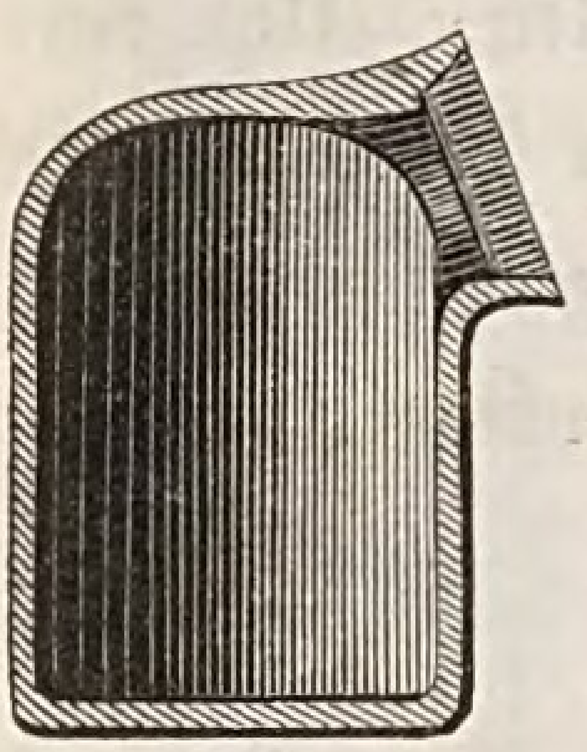
Schmelzen des Glases.

Wannen. In dem Ofen, in welchem das Schmelzen vorgenommen wird, stehen in einem ovalen, überwölbten Schmelzraum gewöhnlich 3 Häfen neben einander auf einer Bank, ein Ofen faßt 6, 8 — 10 solcher Häfen. Der Ofen selbst ist aus feuerfestem Thone gebaut. Die Dauer des Ofens, die Campagne, ist je nach der Qualität des dargestellten Glases und der zum Schmelzen erforderlichen Temperatur verschieden, sie beträgt von $1^1/_2$ — 5 Jahre. Die Flamme des Brennmaterials wirkt wie in einem Flammofen und dient sowohl dazu, die Glasmasse in den Häfen zu schmelzen, als auch rohe Materialien auszutrocknen. Als Brennmaterial wendet man am besten Holz oder, wie es jetzt in einigen Fabriken geschieht, Gas aus Steinkohlen, mit atmosphärischer Luft gemengt an. Nachdem die Glasmasse in den Häfen geschmolzen ist, sind zwar alle Theile des Satzes aufgelöst; die Glasmasse enthält aber kleine Blasen in reichlicher Menge. Nach einiger Zeit scheidet sich an der Oberfläche derselben eine flüssige Schicht, die sogenannte Glasgalle

Fig. 25.



Fig. 26.



Glasgalle.

ab, welche nach dem Erkalten eine schmutzigweiße krystallinische Masse bildet. Sie besteht wesentlich aus schwefelsauren Salzen und Chlormetallen der Alkalien. Damit die Galle sich vollständig absondere, muß die Masse durch gesteigerte Temperatur möglichst dünnflüssig gemacht werden. Die auf der Oberfläche befindliche Galle wird mit einem Löffel abgeschöpft. Der Proceß des Abscheidens der Galle heißt das Läutern. Ist nach beendigter Entfernung der Galle die Masse genügend rein, so wird durch Temperaturerniedrigung die Masse dickflüssig gemacht, und es kann zur Verarbeitung derselben geschritten werden. Die Temperaturerniedrigung wird das Kaltschüren, die zur Läuterung nothwendige Temperaturerhöhung das Heißschüren genannt.

Verarbeitung des Glases.

Von den vielen Gegenständen, zu welchen das Glas verarbeitet wird, führen wir hier an Flaschen und Retorten, Glasröhren, Fensterglas und Spiegelglas. Zur mechanischen Verarbeitung des Glases ist die Pfeife (siehe umstehende Fig. 27) das wichtigste Instrument; dieselbe besteht aus einem 4 — 5 Fuß langen eisernen Rohr,

das ungefähr einen Zoll dick ist, 10 — 12 Pfund wiegt und nach der Mitte zu mit einer hölzernen Einfassung c versehen ist, um den Arbeiter vor dem Verbrennen zu schützen; a ist das Mundstück, b dient zum Anheften des Glases. Außerdem bedarf der Bläser noch einiger Zangen, Scheeren und des Marbels, eines mit Höhlungen versehenen Stück Holzes (Fig. 28). Der Arbeiter taucht die Spitze der Pfeife b in die Glasmasse und sucht durch Herumdrehen der Pfeife diejenige Menge der Masse an der Pfeife zu befestigen, die zur Herstellung des Glasgeräthes erforderlich ist. Bei größeren Geräthen wird die Pfeife mehrere Male eingetaucht; zwischen jedem Eintauchen wird die an der Spitze befindliche Glasmasse in den Höhlungen des Marbels herumgedreht, damit die Masse die zum Ausblasen geeignete Form annehme und etwas erkalte; anstatt in dem Marbel, sucht man auch durch aufgelegte feuchte Lappen die Masse abzukühlen. Um eine

Flaschen. Flasche zu blasen, wird die an der Spitze der Pfeife sitzende Glasmasse vermittelst eines Eisens eingeengt, daß sie die Figur wie die der Zeichnung a (Fig. 29) zeigt, und darauf in dem Ofen angewärmt. Nach-

Fig. 27.

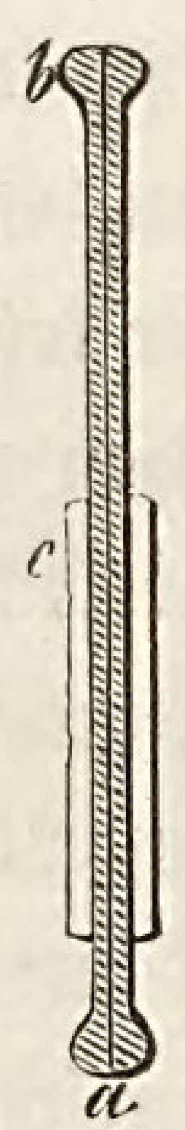


Fig. 28.

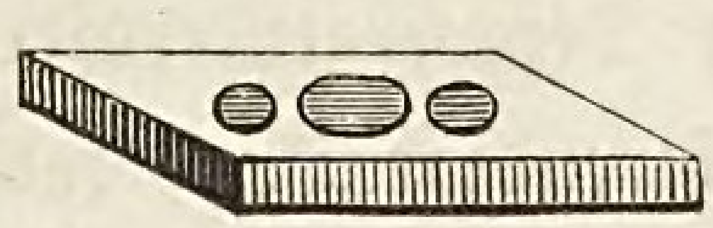
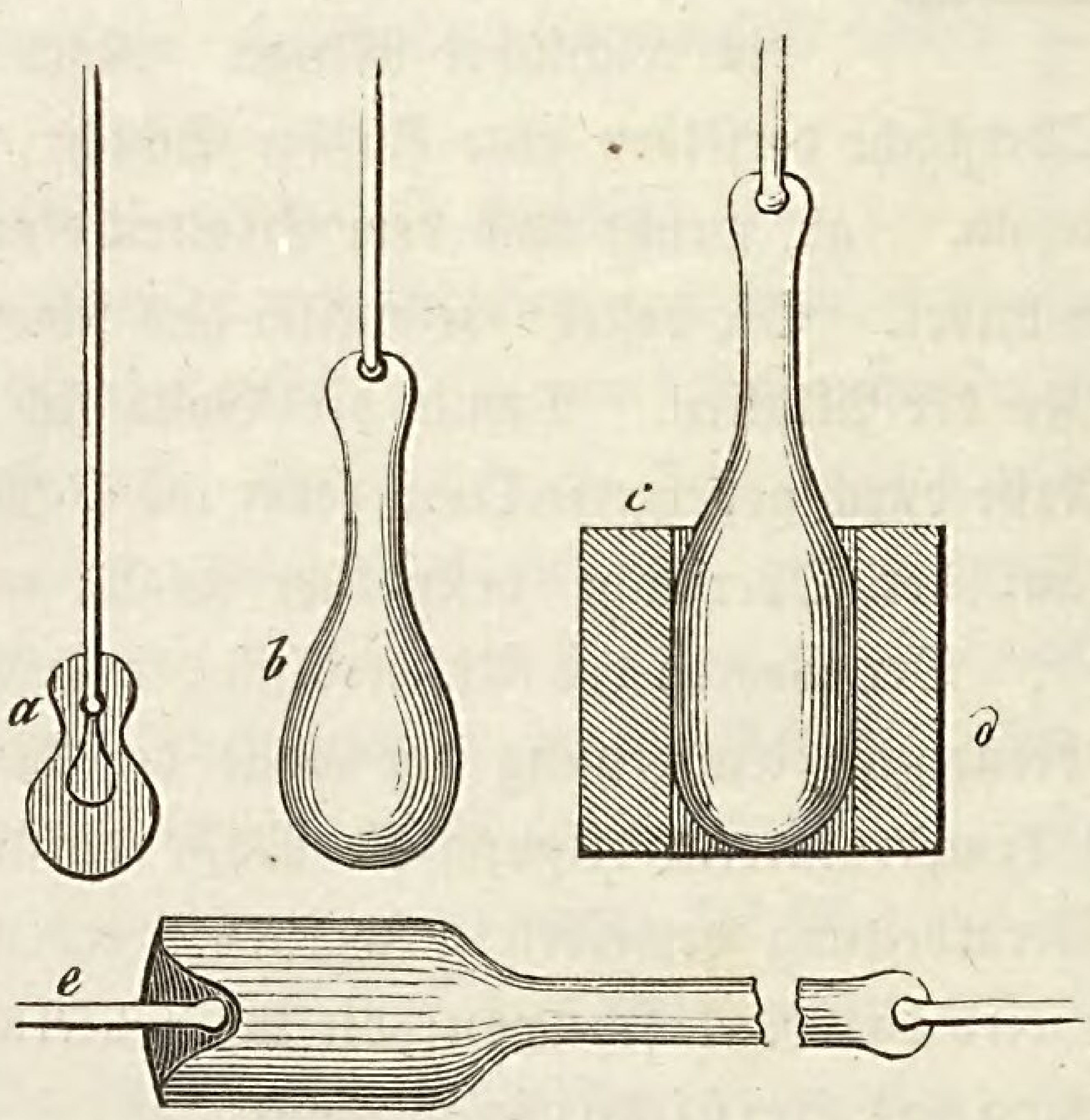


Fig. 29.

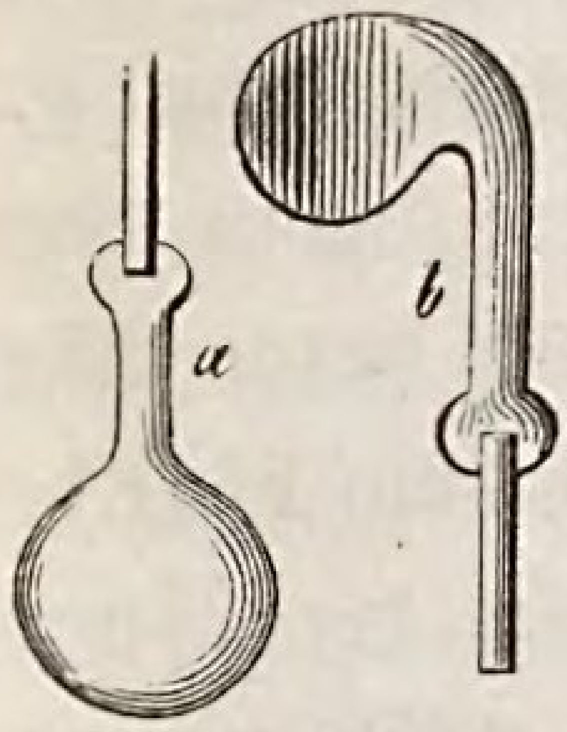


dem dies geschehen, bläst der Arbeiter unter pendelartigem Schwingen Luft ein, wodurch der Bauch der ursprünglich birnförmigen Masse erweitert wird, welche durch Schwenken die birnförmige Gestalt b behält. Ist die erhaltene Form der einer Flasche ähnlich, so senkt man die aufgeblasene Masse in die hölzerne Form c ein und bläst kräftig. Die Flasche legt sich an die Wände

der Form an. Um derselben die gebräuchliche Form des Bodens und der Mündung zu geben, wird abermals angewärmt, so daß nun der Boden glühend wird; während dieser Zeit erwärmt ein Gehülfe ein Eisen (das Nabeleisen), an dessen Spitze etwas Glasmasse befestigt ist. Unter gewissen Handgriffen drückt der Gehülfe sein Eisen auf den Mittelpunkt des Bodens gleichmäßig einwärts (siehe e). Darauf wird die Pfeife von dem Halse abgesprengt, das gesprengte Ende ins Feuer gebracht und mit dem Ende eines ausgeschnittenen Blechs der Rand der Flasche umgelegt. Bei Weinflaschen wird etwas zähe Glasmasse um den Rand herum befestigt. Während der Bläser eine neue Flasche beginnt, bringt der Gehülfe die Flasche in den Kühlofen und trennt durch einen Schlag das Nabeleisen von der Flasche. — Aus dem Vorstehenden geht hervor, auf welche Weise ein Kolben geblasen wird; wenn der Bläser während des Aufblasens den Kolben über seinen Kopf erhebt, so senkt sich der bauchige Theil auf der einen Seite und bildet sich eine Retorte. Siehe a und b (Fig. 30).

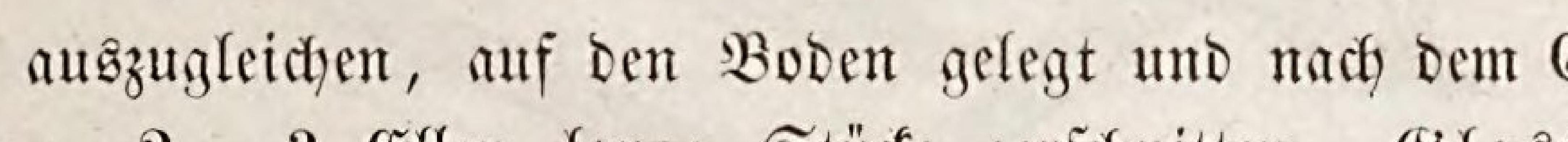
Retorten.

Fig. 30.



Glasröhren. Zur Anfertigung von Glasröhren wird zuerst ein kleiner Glasballon mit der Pfeife geblasen, an welchen ein Gehülfe auf der der Pfeifenmündung entgegengesetzten Seite sein Hefteisen anheftet und sich, rückwärts schreitend, möglichst schnell entfernt. Bei einigermaßen starken Röhren muß der Bläser während des Ausziehens fortwährend Luft einblasen, und die Pfeife und folglich auch das Glas rotiren lassen. Das Ausziehen hört auf, wenn die Röhre die gehörige Dicke hat, sie zeigt dann folgende Gestalt (Fig. 31). Die fertige Röhre wird, um die Krümmung

Fig. 31.



derselben auszugleichen, auf den Boden gelegt und nach dem Erkalten in 2—3 Ellen lange Stücke zerschnitten. Glasstäbe entstehen auf dieselbe Weise; nur unterbleibt dabei das vorläufige Aufblasen der Glasmasse.

Glasstäbe.

Fensterglas. Das Fensterglas (Scheibenglas) wird entweder als Walzenglas oder als Mondglas dargestellt; das Walzenglas wird durch Blasen und Strecken, das Mondglas durch Blasen und sofortiges Abflachen

des geblasenen Ballons zu einer kreisrunden Scheibe erhalten. Zur Dar-
Walzenglas. stellung des *Walzenglases* sucht man zuerst die Walze (siehe h Fig. 32) darzustellen; dies geschieht, indem der Bläser der an der Pfeife befindlichen Glasmasse a durch Blasen und Schwenken der Pfeife während des Blasens die Formen b, c, d, e und f giebt. Der Cylinder f wird auf seiner dünnsten Stelle geöffnet, indem das Arbeitsstück unter fortwährendem Einblasen in das Feuer gehalten wird. Nachdem mit einer Scheere die zerrissenen Stücken abgeschnitten worden sind, erhält das zuckerhutförmige Stück f durch Anwärmen und Rotiren, vermöge der Centrifugalkraft, die Cylinderform g. Von diesem Cylinder trennt man den nicht dazu gehörigen Hals durch Absprengen bei o und schneidet auf dieselbe Weise die erhaltene Walze der Länge nach auf (h). Die Walzen läßt man in dem *Kühlofen* abkühlen und streckt sie dann in dem *Streck- oder Plättofen* aus. Die erweichte Walze wird zuerst von dem Arbeiter vermittelst eines Holzes oberflächlich auf einer dicken Glasplatte c (Fig. 33) ausgebreitet und darauf vermittelst des Polir-

Fig. 32.

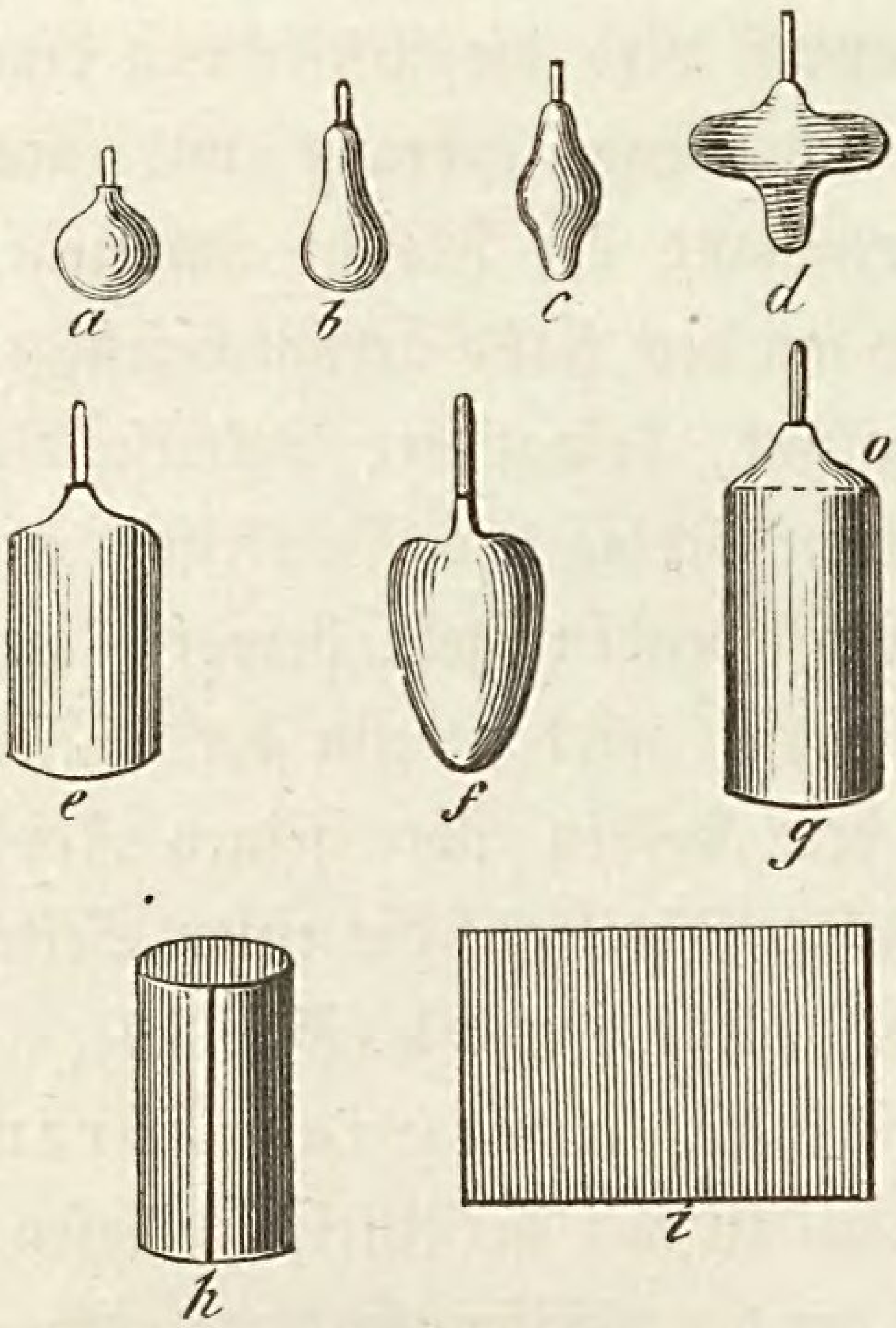
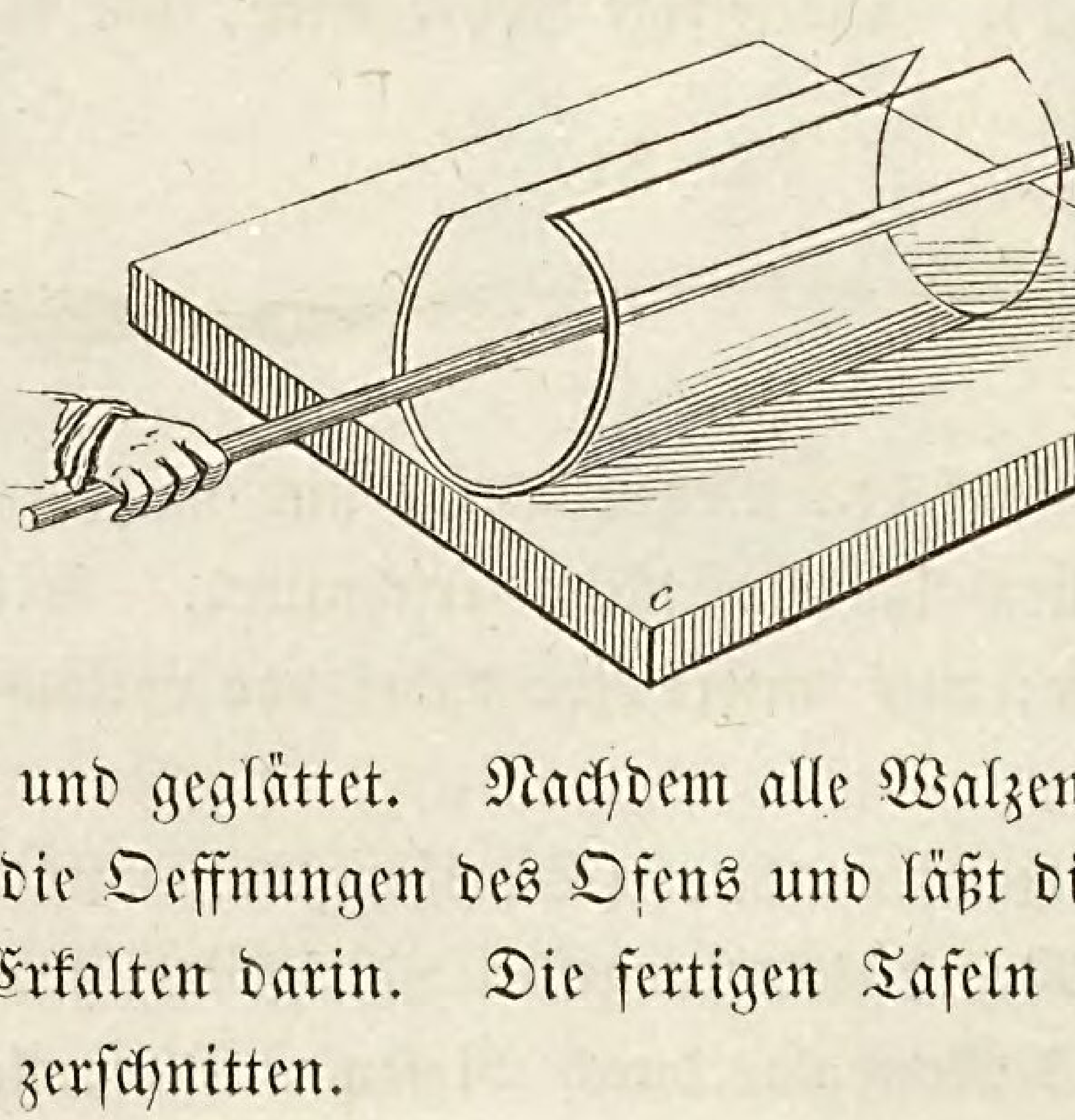


Fig. 33.



holzes geebnet und geglättet. Nachdem alle Walzen gestreckt worden sind, verstopft man die Oeffnungen des Ofens und läßt die Glasplatten bis nach dem völligen Erkalten darin. Die fertigen Tafeln (Fig. 32 i) werden in kleine Stücken zerschnitten.

Spiegel. Zur Spiegelfabrikation wird die Glasmasse zuerst in Häfen geschmolzen, darauf in viereckige Wannen (Gießhafen, Gießwannen) gegossen, damit die Masse erkalte und die gehörige Zähigkeit erlange, und dann auf bronzene Tafeln (Gießtafeln) gebracht. Der erhaltenen Glastafel wird durch einen metallenen Cylinder eine gleiche Oberfläche ertheilt und dieselbe dann in dem Kühlofen abgekühlt. Die abgekühlte Tafel kommt sodann in die Schleiferei, in welcher sie zuerst durch Maschinen und Sand (das Rauhschleifen), sodann durch Handarbeit und Smirgel (das Feinschleifen) geschliffen, und zuletzt mit Eisenoxyd (Colcothar, englischem Roth) polirt wird. Von der Spiegelbelegung wird bei dem Quecksilber die Rede sein.

Bleiglas. Für Luxusgegenstände, bei denen Farblosigkeit, Lichtbrechung und Glanz vorzüglich in Betracht kommen, eignet sich vorzugsweise das Bleiglas. Man unterscheidet Krystallglas, Flintglas, Straß und Email. Ehedem verstand man unter Krystallglas jedes farblose Glas, es mochte nun Kali-, Natron- oder Bleiglas sein. Heutzutage begreift man unter dieser Benennung nur ein Bleiglas, das zu Ziergeräthschaften angewendet wird, während man das vorzugsweise zu optischen Instrumenten dienende Flintglas und das zur Nachahmung von Edelsteinen angewendete Straß nennt.

Krystallglas. Fast alle Metalloxyde können sich mit der Kieselerde und mit den Silicaten der Alkalien verbinden, aber beinahe alle diese Verbindungen sind gefärbt. Nur Bleioxyd und Wismuthoxyd bilden mit der Kieselerde oder mit Alkaliglas farblose Verbindungen. Des hohen Preises des Wismuthoxydes wegen wendet man ausschließlich nur Bleioxyd zur Fabrikation des Krystallglases an. Die anderen dazu angewendeten Materialien müssen vorzugsweise rein sein. Das Bleioxyd wird, wie schon früher erwähnt worden ist, stets in Gestalt von Mennige angewendet, damit der beim Erhitzen derselben entweichende Sauerstoff die in den Materialien stets enthaltenen geringen Mengen von organischer Substanz verbrenne, welche außerdem eine Reduction des Bleioxyds bewirken würde, die eine Schwärzung des Krystallglases zur Folge hätte. Das Krystallglas läßt sich leichter als bleifreies Glas formen, weil es viel weicher und dem Entglasen viel weniger ausgesetzt ist. Seiner Zähflüssigkeit wegen kann das Glas nicht ohne weiteres in die Formen gegossen, sondern es muß mit Gewalt hineingepreßt werden. Nur geringere Sorten des Krystallglases werden

in Formen gepreßt, die feinen werden geschliffen; erstere lassen sich von letzteren durch die stumpfen Kanten unterscheiden.

Flintglas. Das zur Fabrikation von optischen Instrumenten dienende Flintglas muß völlig homogen sein und in allen seinen Theilen ein spec. Gewicht von mindestens 3,60 haben. Das zu Luxusgegenständen angewendete Flintglas wird nach Guinand mit folgendem Satz dargestellt: 300 Th. Sand, 200 Th. Mennige, 100 Th. Potasche; das zu optischen Zwecken dienende aus 300 Th. Sand, 300 Th. Mennige, 90 Th. Potasche, und als Entfärbungsmittel ein Satz aus 5,5 Th. Borax, 4 Th. Salpeter, 1 Th. Arsenik und 1 Th. Braunstein. Nach Faraday soll Flintglas aus 1 Aeq. Borsäure, 1 Aeq. Kieselsäure und 3 Aeq. Bleioxyd in Platingefäßen zusammengeschmolzen werden. Das auf diese Weise erzeugte Glas hat ein spec. Gewicht von 6,4. Die erkaltete Glasmasse löst sich von den Wänden des Hafens ab, und wird von zwei Seiten angeschliffen, um ihre Durchsichtigkeit beurtheilen und die besonders guten Stellen herausschneiden zu können. Eine andere Art von optischem Glase ist das bleifreie Crownglas, dessen Masse nach Bontemps aus 120 Th. Sand, 35 Th. Potasche, 20 Th. Soda, 15 Th. Kreide und 1 Th. arsenige Säure zusammengesetzt ist. Das Crownglas ist leichter fehlerfrei darzustellen als das Flintglas und eignet sich daher besonders zu großen Linsen. Bei Linsen aus Flintglas ist das Brechungsvermögen am größten, leider aber auch die Farbenzerstreuung am bedeutendsten, so daß die damit hervorgebrachten Bilder stets einen farbigen Rand besitzen, was jede genaue Beobachtung hindert. Bei bleifreien Gläsern (Crownglas), ist das Brechungsvermögen, aber auch die Farbenzerstreuung weit geringer. Combinirt man daher eine convexe Linse von Flintglas mit einer concaven von Crownglas, so erhält man unter allen Umständen ein farbloses Bild, da die Farbenzerstreuung des Flintglases vollständig compensirt worden ist. Eine solche Combination zweier Linsen heißt eine achromatische Linse.

Straß. Die Fabrikation künstlicher Edelsteine oder der Straß erhielt erst durch Douault-Wieland wissenschaftliche Bedeutung. Der jetzt in Frankreich fabricirte Straß ist von so großer Schönheit, daß sich derselbe von dem ächten Edelstein nur durch geringere Härte unterscheidet. Bei der Fabrikation des Straß giebt es eine Menge von Vorsichtsmaßregeln

zu beobachten, die nur durch die Praxis erlernt werden können. Die dazu angewendeten Substanzen müssen vorzüglich rein, fein gepulvert und innig gemengt sein. Die geschmolzene Masse darf nur sehr langsam erkalten. Die Basis aller dieser künstlichen Edelsteine ist ein farbloser Straß, der aus einem Boro-Silicat des Kalis, Natrons und Bleioxydes besteht. Der Satz ist zusammengesetzt aus 100 Theilen gemahlenem Bergkrystall, 156 Th. Mennige, 54 Th. mittelst Alkohol gereinigtem Aetzkali, 7 Th. Borsäure, $^1/_3$ arseniger Säure. Die Analyse des farblosen Straßes führte zu der Formel:

$$3\ KO,\ 4\ SiO_3 + 3\ (3\ PbO,\ 4\ SiO_3).$$

Eine dem Topas ähnliche Masse stellt man dar, indem man 1000 Th. weißen Straß, 40 Th. Antimonglas und 1 Th. Purpur des Cassius zusammenschmilzt. Rubin erhält man aus 1000 Th. weißem Straß und 2 Th. Manganoxyd; Smaragd aus 1000 Th. weißem Straß, 8 Th. Kupferoxyd, 0,2 Th. Chromoxyd; Saphir aus 1000 Th. weißem Straß und 15 Th. Kobaltoxydul; Amethyst aus 1000 Th. weißem Straß, 8 Th. Manganoxyd, 5 Th. Kobaltoxydul, 0,2 Th. Purpur des Cassius; Aquamarin aus 1000 Th. weißem Straß, 7 Th. Antimonglas und 0,4 Th. Kobaltoxydul. Wenn es die Fassung der künstlichen Edelsteine gestattet, so hilft man dem Mangel an Härte dadurch ab, daß man dieselben mit einer dünnen Platte eines natürlichen Edelsteins bedeckt und beide Stücken vermittelst Terpentin aneinander klebt.

Email oder Schmelz. Unter Email oder Schmelz versteht man einen leicht flüssigen, gewöhnlich bleihaltigen Glasfluß, der zum Ueberziehen besonders von Metallgegenständen angewendet wird. Ein Ueberzug mit Email hat entweder den Zweck, die darunter liegenden Theile zu schützen (Emailüberzug bei Kochgeschirren), oder er dient nur als Farbenüberzug (Uhrzifferblätter); je nachdem man die Farbe des Gegenstandes, der emaillirt werden soll, durchscheinen lassen will oder nicht, wendet man den Email durchsichtig oder undurchsichtig an. Durchsichtiger Email besteht aus einer Art Krystallglas, das durch Metalloxyde gefärbt worden ist; alle Theile in demselben sind vollständig geschmolzen. In dem undurchsichtigen besteht die Grundmasse ebenfalls aus einer Art durchsichtigen Metallglases, in welchem sich aber einige Bestandtheile in feingetheilter Gestalt schwebend befinden. Der weiße undurchsichtige Email verdankt seine weiße Trübung darin fein zertheiltem Zinnoxyd. Dumas fand in einer Probe desselben:

Kieselerde . . .	31,6
Kali	8,3
Bleioxyd . . .	50,3
Zinnoxyd . . .	9,8
	100,0

Beinglas. Milchglas. Achatglas. In dem Beinglas, das häufige Anwendung zu Lampenschirmen, Thermometerskalen ꝛc. findet, ist das Zinnoxyd durch Knochenerde (phosphorsauren Kalk) ersetzt. Es ist zuerst vollkommen durchsichtig und erhält seine trübe Beschaffenheit erst durch das Aufwärmen. Das Beinglas opalisirt und läßt das Licht einer Lampe mit rother Farbe durch. Eine ähnliche trübe Beschaffenheit soll durch Chlorsilber und Antimonsäure hervorgebracht werden können. Milchglas. Das Milchglas, das durch Zinnoxyd undurchsichtig gemacht worden ist, unterscheidet sich von dem Beinglas dadurch, daß es rein weiß und nicht röthlich opalisirend erscheint. Achatglas. Das Achat- oder Reissteinglas ist ein zu Luxusgegenständen häufig angewendetes Glas, das eine durchscheinende Trübheit, ungefähr wie ein Reiskorn besitzt, und diese Beschaffenheit in der Glasmasse fein zertheilter Kieselsäure verdankt; es besteht aus 81 Th. Kieselerde und 19 Th. Kali.

Gefärbte Gläser. Bei den gefärbten Gläsern unterscheidet man solche, die durch ihre ganze Masse hindurch gefärbt sind, und solche, bei denen dies nur zum Theil der Fall ist. Die rothe Färbung der Gläser erzeugt man entweder durch Purpur des Cassius (eine Verbindung von Zinnoxyd mit Rubinglas. Goldoxyd) (Rubinglas), oder durch Kupferoxydul. Das Rubinglas stellt man nach Pohl in Schlesien dar, indem man ein Gemenge von 46 Th. Quarz, 12 Th. Borax, 12 Th. Salpeter, 1 Th. Mennige und 1 Th. arseniger Säure mit einer Auflösung von Feingold in Königswasser befeuchtet, und die getrocknete Masse schmilzt. Nach geschehener Schmelzung ist das Glas fast farblos, so wie aber dasselbe zum zweiten Male erhitzt wird, nimmt es plötzlich die bekannte prachtvolle rothe Farbe Kupferoxydulglas. an. — Das Kupferoxydulglas wird durch Schmelzen der Glasmasse mit Kupferhammerschlag dargestellt; es zeigt eben so wie das Rubinglas die Eigenschaft, erst durch das nochmalige Erhitzen gefärbt zu werden. Da das Kupferoxydul sehr leicht in Oxyd übergeht, welches letztere das Glas grün färbt, so sucht man die Oxydation durch Kohle, Wein-

stein, Eisenhammerschlag u. s. w. zu verhüten. — Himmelblaues Glas Kobaltglas. erzeugt man durch Kupferoxyd, dunkelblaues durch Kobaltoxydul. Die bekannte Smalte (Aeschel), von welcher später bei dem Kobalt die Rede sein wird, selbst ist nichts als ein durch Kobaltoxydul intensiv blau gefärbtes und fein gepulvertes Glas. Die Amethystfarbe erzeugt man durch Braunstein, zu welchem man, um die Reduction zu nicht färbendem Manganoxydul zu vermeiden, etwas Salpeter setzt. Gelb erzeugt Gelbes Glas. man in goldgelber Nüance durch Braunstein und Eisenoxyd; orangegelb mit Antimonglas *), Mennige und etwas Eisenoxyd, Grünes Glas. grüngelb mit Uranoxyd. Grün wird hervorgebracht als grasgrün durch Chromoxyd oder ein Gemenge von Antimonglas und Kobaltoxydul; flaschengrün durch Eisenoxyd; smaragdgrün durch ein Schwarzes Glas. Gemenge von Nickel- und Uranoxyd. Schwarzes Glas erhält man, indem man zu der Glasmasse gleiche Theile Braunstein, Kupferoxyd und Kobaltoxydul setzt; in der neueren Zeit hat man angefangen, das Iridium und Platin zur Erzeugung von schwarzem Glas anzuwenden.

Ueberfangglas. Einige Metalloxyde, wie das Kupferoxydul, Goldoxydul und auch das Kobaltoxydul in größerer Menge, färben die Glasmasse so intensiv, daß dieselbe schon bei geringer Dicke fast undurchsichtig ist. Man wendet deshalb diese so gefärbten Gläser zum Ueberfangen, d. h. zum Ueberziehen eines ungefärbten Glases mit einer Schicht des gefärbten Glases an. Man nennt das auf diese Weise angewendete gefärbte Glas Ueberfangglas. Indem dasselbe stellenweise hinweggeschliffen wird, so daß das darunter befindliche weiße Glas zum Vorschein kommt, erhält man eine jetzt sehr beliebte Verzierung geschliffener Glaswaaren.

Glasmalerei. Bei der Glasmalerei reibt man die färbenden Metalloxyde mit einem leichtflüssigen Glase, dem sogenannten Fluß zusammen und trägt das Gemenge, mit Lavendelöl angefeuchtet, vermittelst eines Pinsels auf das Glas auf, auf welches es in dem Muffelofen eingebrannt wird. Es ist für die Glasmalerei eigenthümlich, daß der Maler zuweilen beide Seiten des Glases anwendet, auf die andere Seite trägt der Maler die Schatten und die feineren Nuancen der Farben auf, während auf die Rückseite die eigentlichen Farben kommen.

---

*) Das Antimon- oder Spießglanzglas ist ein Oxysulfuret des Antimons, das man erhält, indem man Antimonsulfuret ($Sb\,S_3$) mit Antimonoxyd ($Sb\,O_3$) zusammenschmilzt.

Vergolden und Versilbern der Gläser. Um Glas zu vergolden, fällt man Gold aus seiner Lösung in Königswasser durch Eisenoxydul oder besser noch durch Oxalsäure in fein zertheilter Gestalt als Metall. Das Goldpulver wird ausgewaschen, im getrockneten Zustande mit etwas gebranntem Borax gemengt, und das mit Lavendel- oder Terpentinöl befeuchtete Gemenge auf das Glas aufgetragen. Darauf wird das Glas in dem Muffelofen erhitzt, bis der Borax verglast ist. Die Vergoldung, die nach dem Einbrennen gelbbraun und matt aussieht, erhält erst durch Poliren Goldglanz. Das Versilbern geht genau auf dieselbe Weise vor sich; zu diesem Zweck stellt man sich Silberpulver dar, indem man eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mittelst eines Kupferbleches fällt. Das Platiniren, das man in neuerer Zeit häufig zum Ueberziehen von Glaskugeln auf der inneren Fläche anwendet, wird entweder ausgeführt, indem man Platinschwamm auf gleiche Weise aufträgt, oder einfach Glasgegenstände mit einem längere Zeit gekochten Gemenge von Alkohol und Platinchloridlösung überzieht und erhitzt, wo dann metallisches Platin als stahlglänzender Ueberzug zurückbleibt.

Glasincrustationen. Die Kunst des Incrustirens wurde im 13. Jahrhundert erfunden und in der neueren Zeit von einem böhmischen Glasbläser wieder entdeckt. Sie besteht darin, in das Glas Reliefgegenstände von weißem Thone einzudrücken und diese Figur mit einer dünnen Schicht von Glas zu bedecken. Der Glanz dieser Figuren ist dem matten Silbers oder dem Glanz eines Thautropfens auf einem behaarten Pflanzenblatte täuschend ähnlich, was daher rührt, daß zwischen dem Thone und dem Glase eine dünne Luftschicht liegt, so daß man nicht sowohl die Thonfigur, als vielmehr deren Abdruck in dem Glas mit spiegelnder Oberfläche sieht.

Filigran. Unter Filigran versteht man Glas, in welchem sich Fäden von weißem, undurchsichtigen Glase (Email) befinden, die, obgleich nach verschiedenen Richtungen auseinandergehend, doch im Allgemeinen eine gewisse Symmetrie zeigen. Die Elemente des Filigrans bestehen aus Emailstäbchen, die mit farblosem Glase überzogen sind. Diese Stäbchen werden theils für sich mit der Glasmasse vermengt, aus welcher darauf Gegenstände geblasen werden, oder man wickelt sie vorher mit einem Stäbchen aus undurchsichtigem Glase zusammen, damit das Ganze eine Spirale bildet, die ebenfalls der Glasmasse einverleibt wird. Durch Abplatten der Spirale entsteht ein Zickzack. In Venedig macht man Gläser, die ein Netz von

Reticulirte Gläser und Millefiori. gleich großen Maschen enthalten, von denen jede eine Luftblase eingeschlossen enthält; man nennt solche Gläser reticulirte. Ein anderes, als Luxusgegenstand sehr beliebtes Glas ist das Millefiori, dessen Wesen in einer symmetrischen Zusammenstellung von verschiedenartig gefärbten Glasfäden besteht, die in die durchsichtige Glasmasse eingeschmolzen sind; sie erscheinen entweder als spiralähnliche Linien oder, wenn man den Querdurchschnitt der Fäden sieht, als Blumen, Sterne u. s. w. Auf die Fabrikation dieser Gläser kann hier nicht näher eingegangen werden. Aventuringlas. Das Aventuringlas wurde in alten Zeiten in Venedig fabricirt; nachdem die Vorschrift zu seiner Bereitung lange Zeit verloren gewesen, ist es in der neueren Zeit gelungen, auf chemischem Wege seine Zusammensetzung zu ermitteln und dasselbe, wenn auch ungenügend, darzustellen. Es besteht aus einer durchsichtigen, rostbraunen, leichtflüssigen Glasmasse, in welcher sich metallglänzende, gelbe Blättchen eingestreut befinden, welche, mikroskopischen Untersuchungen zu Folge, aus in drei- und sechsseitigen Tafeln krystallisirtem metallischem Kupfer bestehen. Das Aventuringlas wurde in Frankreich durch Zusammenschmelzen von 300 Th. Glas mit 40 Th. Kupferoxydul und 80 Th. Eisenhammerschlag dargestellt.

Glasperlen. Die Glasperlen oder künstlichen Perlen, welche die ächten Perlen nachahmen, sind kleine Glaskugeln, die aus Glasröhren vor der Lampe geblasen worden sind. Sie sind mit Löchern versehen und auf der inneren Seite mit einem Ueberzuge bedeckt; dieser Ueberzug wird erhalten, indem man einen Tropfen Perlenessenz *) vermittelst einer Pipette in jede Perle bringt und denselben durch Umschwenken ausbreitet. Zur größeren Festigkeit werden die Perlen gewöhnlich mit Wachs ausgefüllt. Die sogenannten Stickperlen sind Abschnitte von dünnen Röhren, die man erhält, indem man dünne Glasröhren in Bündel gebunden auf einer Schneidemaschine schneidet, und die Glasabschnitte in einer Art Kaffeetrommel mit Thon und Kohle, oder mit Gyps und Graphit gemengt, bis zum Weich-

---

*) Die Perlenessenz (Essence d'Orient) wird erhalten, indem man eine große Menge Weißfischschuppen (von Cyprinus alburnus) mit Wasser zusammenknetet und von der gekneteten Masse das Wasser durch ein Sieb abgießt. Aus der durchgelaufenen Flüssigkeit setzt sich eine perlmutterglänzende Masse ab, die mit Wasser ausgewaschen und darauf mit Wasser und etwas Ammoniak und Hausenblaselösung gemischt, aufbewahrt wird. Durch den Zusatz des Ammoniaks soll das Verderben der Flüssigkeit verhütet werden.

werden des Glases erhitzt. Durch die rotirende Bewegung nehmen die Perlen allmälig Kugelgestalt an. Das beigefügte Pulver dient dazu, das Zusammenkleben der Perlen an einander und das Zuschmelzen der Oeffnungen zu verhüten. Nach beendigter Operation trennt man die Perlen durch Absieben von dem beigemengten Pulver.

Glasätzen. Die Flußsäure oder Fluorwasserstoffsäure hat bekanntlich die Eigenschaft, Glas zu zersetzen und aus derselben Wasser und Fluorsilicium zu bilden. Diese Eigenschaft der Flußsäure benutzt man zum Glasätzen. Zu diesem Zwecke überzieht man das Glas mit einem Firniß, der aus 1 Th. Terpentin und 4 Th. Wachs besteht, und zeichnet mit einem Griffel das zu Aetzende in den Firniß ein, so daß auf diesen Stellen das Glas blosgelegt ist, übergießt in einem Bleigefäß gepulverten Flußspath mit concentrirter Schwefelsäure, erhitzt das Gefäß gelind, und hält über die sich entwickelnden Dämpfe das Glas. Nach einigen Minuten ist die Operation zu Ende; der Firniß wird von dem Glase durch Schmelzenlassen und Abreiben entfernt. In der neueren Zeit hat man angefangen, auf Glasplatten zum Druck sich eignende Zeichnungen einzuätzen. Der sich mit der Darstellung derartiger Platten beschäftigenden Kunst ist der Name Hyalographie beigelegt worden.

Sprengen des Glases. Um Glasröhren zu zerschneiden, feilt man mit einer dreikantigen Feile einen etwas tiefen Strich quer über das Glasrohr, wo dasselbe zerschnitten werden soll, und bricht es dann durch, indem man den Strich nach außen kehrt und mit beiden Händen nahe an demselben die Röhre kräftig auswärts drückt. Beabsichtigt man von Kolben, Retorten ꝛc. etwas abzusprengen, so berührt man mit einem glühenden Eisen die Trennungsstelle und befeuchtet dieselbe, und führt die glühende Spitze einer **Sprengkohle.** Sprengkohle dem Sprunge entlang bis zu Ende. Die Sprengkohle besteht aus gepulverter Holzkohle, die man unter Zusatz von etwas Benzoetinctur mittelst Tragantschleim zu runden Stücken von der Größe eines Federkieles geformt und getrocknet hat. Anstatt der Sprengkohle wendet man zweckmäßig Stäbchen von Lindenholz an, die mit einer Lösung von salpetersaurem Bleioxyd getränkt und getrocknet worden sind. Zum Durchbohren des Glases bedient man sich dreieckiger Stahlspitzen, und befeuchtet die Bohrstelle mit einer Auflösung von Kampher in Terpentinöl.

Wasserglas. Das Wasserglas oder kieselsaure Kali ist ein eigentliches Glas, das sich von allen anderen Glassorten durch seine

Löslichkeit in Wasser unterscheidet. Es wurde vom Oberbergrath Fuchs in München entdeckt. Es wird erhalten, wenn man 3 Th. gestoßenen Quarz mit 2 Th. Potasche zusammenschmilzt; gewöhnlich setzt man noch $1/_5$ Th. Kohle hinzu, um die Zersetzung der Kohlensäure zu erleichtern. Damit der Quarz sich leichter pulvern lasse, wird er vorher glühend gemacht und dann in kaltes Wasser geworfen. Das erhaltene Product ist bei Anwendung von reinen Materialien wasserhell, gewöhnlich aber grünlich oder grauschwarz; durch Liegen an der Luft wird es durch Wasseraufnahme rissig. Im fein gepulverten Zustande löst es sich beim Kochen in 5 Theilen Wasser; die Lösung giebt beim Eintrocknen eine glasartige Masse. Die verdünnte wässerige Lösung wird durch die Kohlensäure der Luft zersetzt; es muß daher im geschmolzenen Zustande oder als dicke Gallerte aufbewahrt werden. Die Wasserglaslösung wurde vom Entdecker zum Ueberziehen von Holz, Leinwand, Tapeten und anderen leichtbrennbaren Gegenständen, um sie schwer entzündlich zu machen und dadurch vor Feuersgefahr zu bewahren, empfohlen. In dem Münchner Theater sind z. B. die Decorationen damit überzogen worden, die sich auch zusammenrollen lassen; nur dürfen solche Gegenstände nicht gefaltet werden, weil dann das Wasserglas abspringt. Weit wichtiger und wie es scheint, von unübersehbarem Einfluß auf gewisse Theile der Technik, ist die Anwendung des Wasserglases zur Fabrikation künstlicher Steine, zum Härten des Gypses, des Thones, zum Ueberziehen von Gemälden, von Karten, Globen anstatt des Firniß u. s. w. — Die wichtigste Anwendung hat in neuerer Zeit Fuchs mit Hülfe des Prof.

Stereochromie.

Schlotthauer dem Wasserglase in der Frescomalerei verschafft und die sogenannte Stereochromie darauf begründet. Das Wasserglas wird zuletzt, nachdem die Farben aufgetragen worden sind, vermittelst einer feinen Spritze aufgespritzt und bildet gewissermaßen einen Firniß, der einmal trocken, das Gemälde vor fast jeder schädlichen Einwirkung schützt. Frost, Nässe, Wärme, Alkohol, Kalilauge, Seifenwasser, selbst verdünnte Säuren bleiben ohne sichtbare Wirkung. In der neuen Pinakothek in München und im neuen Berliner Museum sind mehrere Gemälde in dieser Weise ausgeführt. — Anstatt des kieselsauren Kalis wendet man auch die entsprechende Natronverbindung an; zu den meisten Zwecken, z. B. bei der Fabrikation künstlicher Steine ist aber das Kali dem Natron vorzuziehen, weil das entstehende kohlensaure Kali nicht wie das Natronsalz an den der Luft ausgesetzten Theilen efflorescirt; für die im Wasser stehenden

Theile gilt dieser Vorzug nicht; hier ist das Natron, abgesehen von seinem niedrigeren Preise, wegen seiner größeren Sättigungscapacität und seiner Fähigkeit, mehr Kieselsäure aufzulösen, viel vortheilhafter.

Die Seife.

Seife. Allgemeines. Daß die Fette die Eigenschaft besitzen, mit den Alkalien eigenthümliche Verbindungen einzugehen, welche man mit dem Namen „Seife" bezeichnet, war schon längst vor unserer Zeitrechnung bekannt. Namentlich führt Plinius an, daß die Seife eine gallische Erfindung sei und in Deutschland angefertigt werde. Die Seife ist ein so wichtiger Gegenstand der Industrie geworden, daß einer unserer größten Chemiker wohl nicht mit Unrecht behauptet, daß die Menge der consumirten Seife einen Maßstab für den Wohlstand und für die Civilisation eines Volkes abgeben könne.

Man nahm früher an, daß die Fette und Oele als solche die Eigenschaft besäßen, sich mit Alkalien zu verbinden, bis Chevreul in seiner classischen Untersuchung (Recherches sur les corps gras) die Entdeckung machte, daß die Fette, wenn sie aus ihrer Seifenverbindung ausgeschieden werden, andere Eigenschaften besitzen, als vorher. Dieser Chemiker wies nach, daß alle Fette aus eigenthümlichen Säuren, der Stearinsäure, Margarinsäure, Oelsäure, als nicht flüchtigen Säuren, und gewisse riechende Fette außerdem aus einer gewissen Anzahl flüchtiger Fettsäuren, wie der Buttersäure, Caprin-, Capron-, Caprylsäure, Baldriansäure u. s. w., und einer eigenthümlichen süßschmeckenden Substanz bestehen, die zwar schon früher entdeckt und Oelsüß genannt, von Chevreul aber genauer untersucht und mit dem Namen Glycerin ($C_6\ H_7\ O_5$) bezeichnet wurde. Neuere Untersuchungen haben gelehrt, daß das Glycerin nicht fertig gebildet in den Fetten enthalten, sondern erst aus einem andern Körper, dem Lipyloxyd ($C_3\ H_2\ O$) gebildet werde. Die Fette lassen sich demnach in chemischer Beziehung betrachten als Salze, welche aus einer oder mehreren eigenthümlichen fetten Säuren, und einer allen gemeinsamen Base, dem Lipyloxyd bestehen. Bringt man diese Salze mit unorganischen Basen zusammen, welche zu den Säuren mehr Verwandtschaft haben, als das Lipyloxyd, so bildet sich ein neues Salz, welches wir Seife nennen. Der Proceß selbst heißt der Verseifungsproceß. Das Lipyloxyd wird

dabei ausgeschieden; es kann aber für sich nicht existiren, sondern geht unter Wasseraufnahme in das Glycerin ($C_6 H_7 O_5$) über, denn:

2 Aeq. Lipyloxyd = 2 ($C_3 H_2 O$)		
und	geben	1 Aeq. Glycerin = ($C_6 H_7 O_5$).
3 Aeq. Wasser (3 HO)		

Nach dieser Erklärung ist in chemischer Beziehung eine jede Verbindung einer oder mehrerer Fettsäuren mit einer unorganischen Base, wie z. B. mit Bleioxyd (das bekannte Bleipflaster) eine Seife; im gewöhnlichen Leben versteht man aber unter Seife nur eine in Wasser lösliche Verbindung einer Fettsäure mit einer Base, was nur bei den Verbindungen mit den Alkalien der Fall ist. Die gewöhnlichen Seifen sind fast immer Gemenge von stearin-, margarin- und ölsaurem Natron oder Kali. Man erhält sie durch Zersetzung der gebräuchlichen Fette des Thier- und Pflanzenreichs durch Kali oder Natron.

Welche Eigenschaften die Seifen besitzen dürfen, läßt sich schon a priori aus den Substanzen, die man zu ihrer Darstellung anwendet, schließen. Kali giebt im Allgemeinen weichere Verbindungen als Natron. Stearinsaures Natron ist die härteste Verbindung, während ölsaures Kali die weichste ist.

Rohmaterialien zur Seifensiederei.

Die zur Fabrikation der Seife oder zur Seifensiederei angewendeten Substanzen sind zweierlei Art, sie sind Alkalien und Fette. Die Alkalien sind schon ausführlich angeführt worden, wir haben deshalb hier nur die Fette zu betrachten. Unter dem Namen Fett verstehen wir hier alle zur Seifensiederei angewendete fette Substanzen, sie mögen nun eigentliches Fett, oder Talg, oder Oel, oder Thran sein. Die wichtigsten dieser Substanzen sind der Talg, das Schweinefett, das Hanföl, das Leinöl, der Thran, das Olivenöl, das Palmöl, das Cocosnußöl und endlich das nicht zu den Fetten gehörende Harz.

Eintheilung der Seifen.

Man theilt die Seifen ein:

1) in harte oder Natronseifen,

2) in weiche oder Kaliseifen (Schmierseifen).

Natronseife.

Die harten Seifen stellt man entweder wie bei uns in Deutschland vermittelst Talg, oder wie in Frankreich und den südlichen Ländern überhaupt vermittelst Olivenöl dar. Man unterscheidet deshalb Talgseife und Oelseife.

Talgseife. Fabrikation derselben. Das Verfahren beim Seifensieden ist bei allen Arten Seife mit wenig Abänderungen im Allgemeinen dasselbe. Zur ausführlichen Beschreibung des Gangs bei der Seifensiederei nehmen wir als Beispiel die bei uns gebräuchliche Seife, die Talgseife. Zur Darstellung derselben bedient man sich eiserner Kessel mit einem hölzernen Sturze. Sie müssen geräumig sein, um der schäumenden Masse hinlänglichen Platz darzubieten. In die Kessel bringt man Aetzkalilauge, welche die erforderliche Concentration haben muß. Die Lauge stellt man durch Behandeln von Holzasche, seltener Potasche mit Aetzkalk dar; die stärkste Lauge von 1,19 spec. Gewicht heißt die Feuerlauge, die von 1,07 spec. Gewicht die Abrichtelauge und die noch dünnere die schwache Lauge. Zu der Aetzkalilauge bringt man den Talg (auf 100 Pfund Potasche wendet man 250 Pfund Talg an) und unterhält unter fortwährendem Umrühren ein mäßiges Sieden, wobei Feuerlauge nachgegossen wird. In dem Maße, als die Seifenbildung vor sich geht, bildet sich ein milchähnliches Gemenge des Talges mit dem Kali, in welchem beide Bestandtheile, obgleich nicht chemisch mit einander verbunden, dennoch nicht unterschieden werden können. Die Masse nimmt an Consistenz zu, bis endlich daraus der Seifenleim entstanden ist; derselbe erscheint als eine klare syrupähnliche Flüssigkeit, die nach dem Erkalten eine durchsichtige, gallertartige Masse darstellt. Wenn dieser Zeitpunkt gekommen ist, ist die Seifenbildung vor sich gegangen und man schreitet zur Operation des Aussalzens, welche darin besteht, der heißen Masse Kochsalz zuzusetzen. Man rechnet auf 100 Pfund Talg 12 — 16 Pfund Salz. Der Seifenleim gerinnt durch das Aussalzen zu einer weißen griesartigen Masse. Nach längerem Stehen scheidet sich unter dieser Masse eine Flüssigkeit, die sogenannte Unterlauge ab, die abgelassen wird. Ist eine Vorrichtung zum Ablassen nicht vorhanden, so schöpft man die Seife in den Kühlbottich. Zweck des Aussalzens. Der Zweck des Aussalzens ist, die Kaliseife durch das Kochsalz in Natronseife zu verwandeln, indem sich Chlorkalium bildet, das in der Unterlauge gelöst bleibt; außerdem bewirkt das Aussalzen, daß die Seife von einer Wassermenge befreit wird, welche die späteren Laugensalze bis zur Unwirksamkeit verdünnen würden. Der gewonnene Seifenleim kommt darauf in den Kessel zurück, es wird eine schwächere Lauge, die Abrichtelauge darauf gegossen und bis zum Sieden erhitzt. Die Seife löst sich abermals zu einem klaren Leime auf, der aber zum größten Theile aus Natronseifenleim besteht. Während

des Siedens wird fortwährend Kalilauge zugesetzt, bis die Seife endlich mit Kali gesättigt ist. Ehe dies aber geschieht, ist ein wiederholtes Aussalzen erforderlich. Früher war man bei Anwendung roher Materialien oft genöthigt, das Aussalzen vier bis fünf Mal zu wiederholen. Durch das Einkochen wird die Seife immer mehr und mehr concentrirt; sie wird zuerst weich, blasenwerfend (zach) und aufsteigend. Wenn der Schaum zusammensinkt, die Seife aufpoltert und im Kerne siedet, schöpft man sie von Neuem von der Unterlauge hinweg in die Kühlhütte. Damit die Vereinigung des Kernes zu einer zusammenhängenden, gleichförmigen Masse vor sich gehe, ist erforderlich, dieselbe vor dem Erkalten mit einem eisernen Stabe zu schlagen (Kerben der Seife). Durch das Schlagen und Hin- und Herfahren mit dem eisernen Stabe wird die Seife marmorirt und erhält die sogenannten Mandeln oder Blumen. Die glattweiße, nicht marmorirte Seife erhält man, wenn man die Ausscheidung des Flusses in Adern und Gruppen durch rasches Abkühlen zu verhindern sucht. Nach vollständigem Erkalten wird die Seife vermittelst Messingdraht in Tafeln oder lange viereckige Riegel geschnitten. Sechs Centner Talg geben durchschnittlich zehn Centner Seife, die an der Luft noch um 10 Proc. eintrocknet.

Seitdem man angefangen hat, nur ausgelassenen Talg und nicht mehr rohen Talg mit den Membranen zu verseifen, und seitdem man Soda aus Kochsalz darstellt, tritt die ältere Methode der Seifensiederei mittelst ausgelaugter Holzasche immer mehr in den Hintergrund.

Baumölseife. Die Baumöl-Soda-, Marseiller oder Venetianische Seife wird in südlichen Gegenden, in denen der Oelbaum cultivirt wird, mit Baum- oder Olivenöl bereitet, zu welchem man ungefähr 5 Proc. Mohnöl gesetzt hat. Die Verseifung wird mittelst Natron vorgenommen. Die zur Seifenfabrikation sich eignenden Oele sind besonders diejenigen, welche die geringste Färbung besitzen und die größte Menge Margarin enthalten, sie geben die schönsten und härtesten Seifen. Die Operation der Darstellung geht auf dieselbe Weise wie bei der Talgseife vor sich, nur findet dabei der Unterschied statt, daß das Aussalzen hinwegfällt, weil hier als Lauge nicht Kali, sondern sogleich Natron angewendet wird. Beabsichtigt man aus dem Seifenleim bläuliche Seife zu fabriciren, so setzt man gegen das Ende des Siedens etwas Eisenvitriol in den Kessel; je mehr man Eisenvitriol anwendet, desto dunkler fällt die blaue Farbe der Seife aus. Die Entstehung dieser Farbe geht auf folgende Weise vor sich. Das freie Natron

der Seife zersetzt den Eisenvitriol und fällt daraus schmutzig graues Eisenoxydul-Oxyd. Indem auf diesen Niederschlag das in der künstlichen Soda stets enthaltene Schwefelnatrium einwirkt, bildet sich schwarzes Schwefeleisen, welches die von den unzersetzten Eisensalzen herrührende Färbung dunkler macht.

Marmoriren der Seife. Diese bläuliche Färbung ist aber für das Auge nicht angenehm, man sucht deshalb diese Färbung in Adern hervorzubringen, was durch das Marmoriren bewirkt wird. Das Marmoriren der Oelseife gründet sich auf die Eigenschaft, daß die durch Zersetzung eines Theils des Eisenvitriols entstandene Eisenseife (ölsaures Eisenoxyd) bei niedriger Temperatur schwer löslich ist. Sie scheidet sich demnach aus und sinkt wegen ihres höheren specifischen Gewichtes bei ruhigem Stehenlassen des Seifenleimes zu Boden. Hat sich die Eisenseife am Boden des Kessels angesammelt, so wird die Masse nach einigem Erkalten, vermittelst eines Rührscheites umgerührt. Durch das Umrühren entsteht die Marmorirung der Seife. Die fertige Seife wird aus dem Kessel genommen, in lange, hölzerne, etwas geneigt gestellte Formen geschöpft und in denselben erkalten gelassen. Nach acht bis zehn Tagen hat die Seife die erforderliche Consistenz erlangt. Durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft wird das Schwefeleisen allmälig in basisch schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt und dadurch die Marmorirung braungelb gefärbt.

Weiße Baumölseife. Beim Sieden der weißen Baumölseife ist der Vorgang bis auf den Zusatz von Eisenvitriol ganz derselbe.

Aufbewahrung der Natronseife. Die Seife wird an einem nicht zu warmen, aber auch nicht zu feuchten Orte aufbewahrt. Die Seifenhändler benutzen zuweilen die Eigenschaft der Seife, sich wohl in Wasser, nicht aber in einer Kochsalzlösung zu lösen, indem sie die Seife in letztere bringen, um das Eintrocknen der Seife zu verhindern und ihr selbst diejenige Wassermenge wieder zu geben, die sie durch Austrocknen an der Luft verloren hat.

Harzseife. Das Colophonium oder das Geigenharz verbindet sich in der Siedehitze leichter als die Fette mit Alkalien, und selbst mit kohlensauren. Die auf diese Weise erhaltene Verbindung ist aber nur uneigentlich Seife zu nennen. Sie hat keine Consistenz und eignet sich durchaus nicht zum Einseifen. Ein ganz anderes Product erhält man aber, wenn man zu dem Harze eine gewisse Menge Talg mischt; man erhält dann die sogenannte gelbe Harztalgseife. Um diese Seife darzustellen, setzt man zu

der Talgseife ungefähr 50 — 60 Proc. ausgesuchtes Harz, das vorher zur Beschleunigung der Verbindung in kleine Stücke zerschlagen worden ist. Man rührt die Masse um, bis das Harz vollständig aufgelöst und verseift ist. Der Seifenleim ist von schöngelber Farbe und durchaus gleichartig. Nach vollendetem Garsieden trennt man den Leim von der Unterlauge und kocht ersteren in einem Kessel abermals mit einer schwachen Lauge. Die Farbe der Harzseife verbessert man gewöhnlich durch Zusatz von Palmöl zum Talg, wodurch die Seife auch einen angenehmen Geruch erhält.

Cocosnußölsodaseife. Die Cocosnußölsodaseife. Das Palmöl wird gewöhnlich nur als Zusatz zum Talg benutzt, jedoch stellt man auch aus reinem Oele Seife unter gleichzeitigem Zusatz von Colophonium dar. Der Verlauf bei der Fabrikation der Cocosnußölsodaseife ist ein etwas anderer, als bei den vorher erwähnten Seifen. Mit schwachen Laugen bildet das Cocosnußöl nicht jenes milchartige Gemisch, das man bei anderen Seifensorten bemerkt, sondern das Oel schwimmt als klares Fett oben auf, nur wenn durch fortgesetztes Sieden die Lauge die gehörige Consistenz erreicht hat, tritt die Verseifung ein und geht plötzlich und rasch vor sich. Deshalb wendet man zur Darstellung dieser Seifensorte sogleich eine starke Natronlauge an. Reine Cocosnußölsodaseife erhärtet schnell. Sie ist weiß, alabasterartig, durchscheinend, leicht und gut schäumend, jedoch von unangenehmem Geruch, der bis jetzt noch durch kein Mittel entfernt werden konnte.

Kaliseifen. Kaliseifen, weiche oder Schmierseifen nennt man zum Unterschied von den festen Seifen diejenigen Seifen, die an der Luft nicht austrocknen, sondern aus derselben Wasser an sich ziehen und eine Gallerte bilden. Sie werden im Allgemeinen vermittelst solcher Oele, die weniger Margarin als das Baumöl enthalten, wie des Fischthranes, und vermittelst Kali bereitet. Wegen ihrer geringen Consistenz lösen sie sich leicht in Wasser auf. Sie bestehen nicht, wie die festen Seifen, aus fast reinem stearin-, margarin- und ölsaurem Natron, sondern aus einer Auflösung von ölsaurem Kali in Lauge. Weil der Reinigungsproceß durch das Aussalzen unterbleiben muß, so kann die Lauge nicht von der fertig gebildeten Seife getrennt werden. Durch das Aussalzen erhält man nämlich keine Schmierseife, sondern es entsteht eine feste Oelseife, die nur bisweilen fabricirt und angewendet wird.

Fabrikation der Schmierseife.

Zur Fabrikation der Schmierseifen verwendet man hauptsächlich Thran, zuweilen auch Hanföl, Rapsöl, Lein- und Mohnöl. Das Sieden der Seife beginnt damit, daß man das Oel mit der Lauge so lange sieden läßt, bis eine vollständige Vereinigung vor sich gegangen ist. Darauf bewirkt man unter Zusatz von stärkerer Kalilauge das Garsieden, bis die Seife als klarer, durchsichtiger Leim erscheint. Durch das Garsieden ist die chemische Verbindung vor sich gegangen und die Seife ist bis auf den Wassergehalt, der zu groß oder zu gering sein kann, fertig. Beim Erkalten der Schmierseife beobachtet man eine besondere Erscheinung, die als Kennzeichen dient, ob die Seife vollkommen gar gesotten und das Oel vollständig verseift ist. An den Rändern der herausgenommenen Probe, des Seifenleims nämlich, bildet sich ein grauer Streifen, wenn zu wenig Lauge angewendet worden war, und die Seife noch nicht die erforderliche Consistenz hatte. Ist im Gegentheil die Seife gar gesotten, so bleibt die Probe klar. In England pflegt man zum Oel, das zur Bereitung der Schmierseife angewendet wird, noch eine gewisse Menge Talg zu setzen. Bei Anwendung von Hanföl erhält die Schmierseife eine grünliche Farbe. Diese grünliche Farbe ist allgemein beliebt und gilt unter dem Publikum als Kennzeichen der Güte der Seife, man pflegt deshalb auch die aus den gelben Oelen gewonnenen Seifen durch Zusatz von einer geringen Menge

Färben derselben.

vorher gepulverten und in Schwefelsäure gelösten Indigos blau zu färben. Um die Schmierseife schwarz zu färben, benutzt man Eisenvitriol und Blauholz- oder Galläpfelabkochung. Nach Gentele kann bei der fabrikmäßigen Gewinnung der Schmierseife ein Theil der Potasche durch die weit wohlfeilere Soda ersetzt werden. Eine Lauge, die auf 4 Theile Aetzkali 1 Th. Aetznatron enthält, liefert mit Hanföl eine Schmierseife von guter Beschaffenheit, und zugleich einen besseren Ertrag, als bloße Aetzkalilauge.

Anwendung derselben.

Die Schmierseife enthält wenigstens 30 Proc., zuweilen aber auch 50 Proc Wasser. Man benutzt sie hauptsächlich zum Waschen und Walken der Tuche, zum Reinigen der Wäsche und bei der Leinwandbleiche.

Andere weiche Seifen.

Andere weiche Seifen sind eine aus Schweinefett dargestellte, die mit dem ätherischen Oele der bitteren Mandeln versetzt, und unter dem Namen Crême d'amandes bekannt ist; ferner eine in England versuchte Fischseife aus Fischen, Talg und Harz; Wollseife aus

Scheerwolle, Kalilauge u. s. w. Die sogenannte **Knochenseife** ist nichts als ein Gemenge von gewöhnlicher Harz- oder Cocosnußölsodaseife mit Knochengallerte. Um diese Seife darzustellen, behandelt man Knochen mit Salzsäure, um den phosphorsauren Kalk aufzulösen, und mischt die zurückbleibende, mit Wasser gut ausgewaschene Gallerte zu der Seife während des Siedens. Eine andere Art Knochenseife ist die **Liverpool-Armenseife**, welche sämmtliche Bestandtheile der Knochen, also nicht nur die Gallerte, sondern auch die Knochenerde enthält. Die zerschlagenen Knochen werden mit Aetzkalilauge erweicht und die geweichte Masse unter fortwährendem Sieden mit dem zu verseifenden Oele gemischt. Da es bei den Knochenseifen darauf abgesehen ist, dem Unbemittelten für wenig Geld ein großes Stück Seife zu liefern, so fällt natürlicherweise bei deren Fabrikation das Aussalzen und Abscheiden von der Mutterlauge weg. Die

Kieselseife. **Kieselseife** ist gewöhnliche Talg- oder Oelseife, in welche man, um sie ersparender zu machen, Kieselerde eingerührt hat. Die Kieselerde stellt man zu diesem Zweck dar, indem man gebrannte, mit Wasser abgeschreckte Kiesel- oder Feuersteine fein pulvert und sie in einem Kessel mit überschüssiger Natronlauge behandelt. Die Lauge dient nachher zum Verseifen des Fettes. Die Kieselerde ist keineswegs in einer chemischen Verbindung, sondern nur mechanisch beigemengt. Anstatt der gepulverten Kieselerde setzt man auch gepulverten Bimsstein hinzu und erhält die **Bims-**

Savon ponce. **steinseife** (Savon ponce). In England stellt man die Kieselseife dar, indem man die Kieselerde nicht mechanisch, sondern als Wasserglaslösung der Seife zumischt. Im südlichen Frankreich sucht man in der

Chlorseife. neueren Zeit die Seifenbildung durch Zusatz von Chlorkalk zu beschleunigen. Durch den Chlorkalk bildet sich aber eine große Menge Kalkseife, ein chlorhaltiges Oel und eine nicht unbedeutende Menge Kochsalz, welches in der Seife zurückbleibt. Was den Zweck der Chlorseife, bleichend zu wirken, anbelangt, so ist derselbe ein rein verfehlter, und durch den Gehalt an Kalkseife schon ist diese Seifensorte zum Gebrauche nicht geeignet.

Toilettenseife. Die Fabrikation der **Toilettenseife** bildet einen besondern Zweig der Industrie, der in den letzten Jahren einen bedeutenden Aufschwung genommen hat. Die Zusammensetzung ist die der gewöhnlichen Seifen, nur sind sie sorgfältiger bereitet und gewöhnlich mit wohlriechenden Substanzen gemischt. Die Basis aller dieser Toilettenseifen bilden die

Windsorseife. Oel- und Talgseife. Die Windsorseife wird mit reinem Knochenfett oder Hammeltalg dargestellt. Die Verseifung geschieht auf gewöhnliche Weise mit Aetznatronlauge. Wenn die Seife sich von der Lauge abscheidet, setzt man ein Gemenge von Kümmelöl, Lavendelöl und Ros-
Rosenseife. marinöl hinzu. Die Rosenseife (Savon à la rose) stellt man durch Zusammenschmelzen von 3 Th. Oelseife mit 2 Th. Talgseife und etwas Wasser dar; die fertige Seife wird durch Rosenöl, Nelkenöl u. s. w.
Schaumseife. parfümirt und durch Zinnober gefärbt. Die leichte oder Schaumseife hat bei gleichem Volumen um die Hälfte weniger Substanz als die übrigen Seifen. Um sie darzustellen, setzt man zu dem fertigen Seifenleim $^1/_3$ — $^1/_8$ ihres Volumens an Wasser, rührt das Gemenge anhaltend um, bis die schäumende Masse das doppelte Volumen erreicht hat und gießt sie dann in die Formkästen. Bemerkenswerth ist, daß nur Oelseifen, aber nicht Talgseifen Schaumseifen zu bilden fähig sind. Die Schaumseifen werden mit verschiedenen ätherischen Oelen parfümirt.

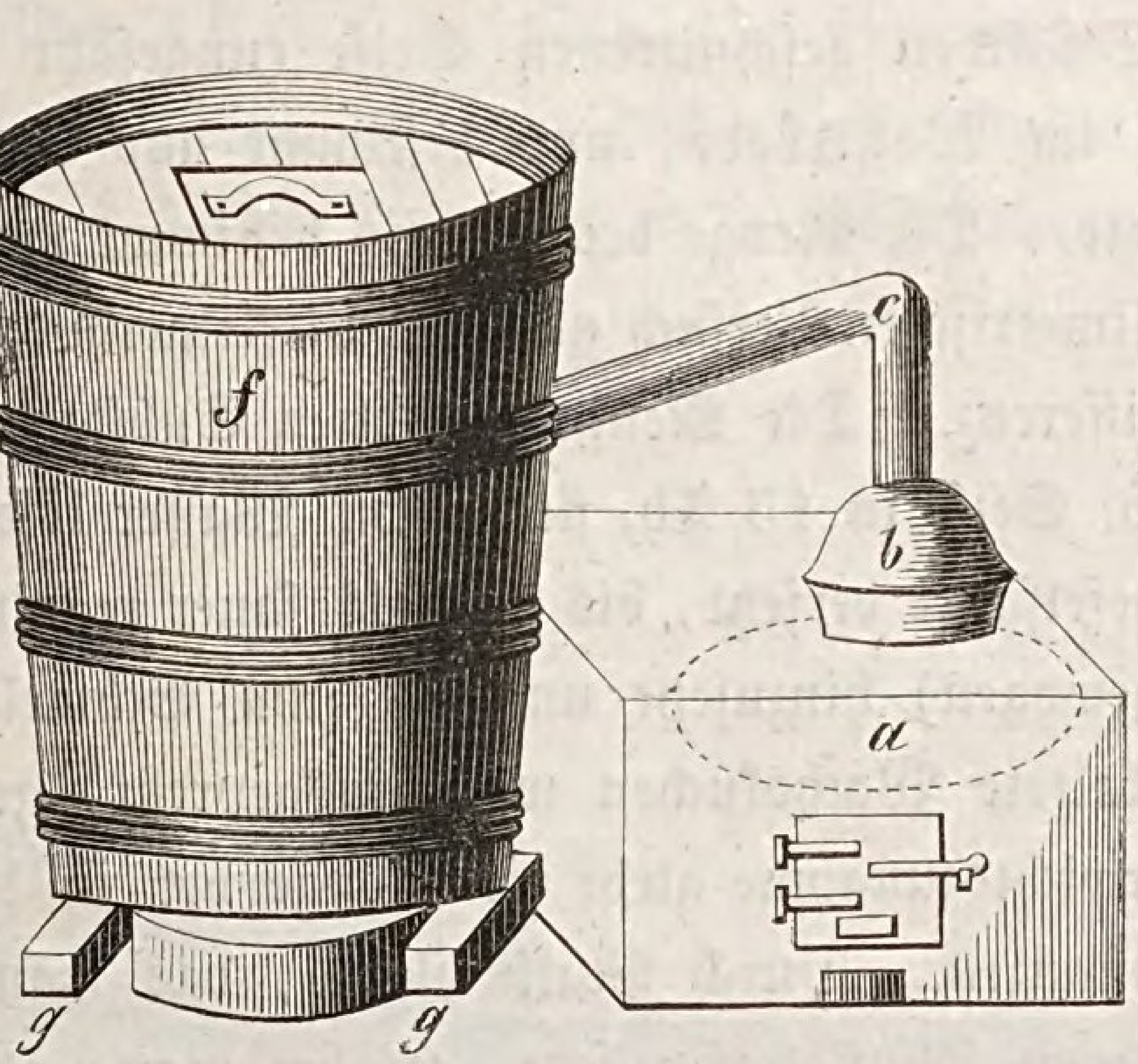
Transparente Seifen. Transparente oder durchscheinende Seifen. Während sich die Seife in Wasser zu einer nicht durchsichtigen Masse löst, ist die Auflösung derselben in Alkohol vollkommen klar. Alles Fremdartige, was nicht zur eigentlichen Seife gehört, bleibt ungelöst zurück. Die transparente Seife stellt man dar, indem man in Späne geschnittene Talgseife mit einem gleichen Gewichte Alkohol übergießt und das Gemenge in einer Destillirblase erhitzt, bis dasselbe vollkommen flüssig ist. Darauf läßt man die geschmolzene Masse erkalten, damit alle Unreinigkeiten sich absetzen und gießt nach einigen Stunden die klare Masse in weißblechene Formen, in welchen den Seifentafeln verschiedene Erhabenheiten aufgedrückt werden. Die Seife wird erst nach drei bis vier Wochen fest und brauchbar. Zur Färbung der transparenten Seife wendet man einen mit Alkohol bereiteten Auszug von Cochenille oder Alkanna für roth, und Curcumatinctur für gelb an. Das Parfümiren geschieht gewöhnlich mit Zimmtöl.

Seifenkugeln. Wenn man Oelseife oder weiße Talgseife mit ätherischen Oelen versetzt und färbt oder marmorirt, so erhält man eine Masse, aus welcher man die Seifenkugeln darstellt. Gewöhnlich mengt man ein Pfund Talgseife mit einem Pfunde Oelseife und zwei Pfunden Rosenwasser, in welchen acht Loth kohlensaures Natron aufgelöst worden sind, knetet einen gleichförmigen Teig daraus und formt aus demselben Seifenkugeln, welche mit Zinnober roth, oder mit Indigo blau gefärbt werden.

Anwendung der Seife. Die Talgseife und die Oelseife wendet man an zum Reinigen der Haut, der Wäsche, der Tuche, Wollenzeuge, zum Bleichen, als Schmiermittel um die Reibung zu verhindern, zur Darstellung lithographischer Tinte u. s. w. Die Wirkung der Seife beim Waschen liegt darin, daß sich die Seife bei ihrer Auflösung in Wasser zersetzt, zweifach stearin= oder margarinsaures Alkali sich abscheiden, während Alkali frei wird. Die Flüssigkeit enthält außerdem ölsaures Natron oder Kali. Durch das freie Alkali wird die anhängende Unreinigkeit von der Faser entfernt, und durch das ölsaure Salz, so wie durch die ausgeschiedenen zweifach fettsauren Salze dieselbe eingehüllt und ein Fällen derselben verhindert.

Dampfwäsche. Es ist vielleicht nicht am unrechten Orte, bei Gelegenheit der Seife die Waschmethode mittelst Dampf oder die Dampfwäsche zu erwähnen. Dieselbe geschieht, indem man die eingeseifte Wäsche mit einem gleichen Gewicht Regenwasser eine Nacht lang in einem hölzernen Waschbottich weichen läßt. Den andern Morgen bringt man die Wäsche stückweise in das Faß f (Fig. 34), in dessen Boden man vorher 4 weiße, hölzerne, $1/2$ Zoll starke runde Stäbe eingesetzt hat. Nachdem das Faß

Fig. 34.



gefüllt ist, werden die Stäbe herausgezogen, so daß für den Dampf vier Kanäle bleiben. Der Deckel des Fasses wird mittelst Papierstreifen und Mehlkleister lutirt. Darauf erhitzt man das Wasser im Kessel a bis zum

Sieden und läßt den Dampf 2 — 3 Stunden lang durch den Helm b und das gebogene Rohr c in das Faß gehen. Nachdem die Wäsche einige Zeit in dem Fasse gestanden ist, nimmt man den Deckel ab, und spült die Wäsche in Flußwasser, worauf sie getrocknet wird. Das Faß hat einen durchlöcherten Boden, unter demselben befindet sich ein Gefäß g. — Anstatt der Seife wendet man häufig Soda an, und nimmt auf 100 Pfund Wäsche 3 — 4 Pfd. krystallisirte Soda. Man hat in der neueren Zeit gefunden, daß Terpentinöl bei Zutritt der atmosphärischen Luft durch Einwirkung auf den Sauerstoff der Atmosphäre (durch Ozonbildung) bleichende Eigenschaften erlangt. Diese Eigenschaft ist neuerdings benutzt worden, um selbst sehr schmutzige Wäsche schneller und leichter zu waschen. Man mischt 4 Loth Terpentinöl mit $^1/_2$ Loth flüssigem Ammoniak durch Schütteln und schüttet die Mischung in einen Eimer lauwarmes Wasser, in welchem sich $^1/_4$ Pfund Seife aufgelöst befindet. Die Wäsche wird in diese Mischung über Nacht eingeweicht und den andern Morgen ausgewaschen. Die zweimal ausgewaschene Wäsche riecht nicht im Mindesten nach Terpentinöl und zeigt sich vollkommen weiß.

Wäschereinigungsmittel mittelst Terpentinöl.

Seifenprobe. Die **Zusammensetzung** einer Seife läßt sich von dem Gewerbtreibenden auf folgende Weise bestimmen. Um die Wassermenge, die darin enthalten ist, zu erfahren, nimmt man eine gewogene Menge der in Stückchen geschnittenen Seife (ungefähr 1 — 1$^1/_2$ Loth), trocknet dieselbe im Wasserbade, und bestimmt aus dem Gewichtsverlust die Wasserprocente. Die Menge des Alkalis bestimmt man entweder direct durch einen alkalimetrischen Versuch nach der Titrirmethode, oder man findet dieselbe durch Differenz. Die Menge der fetten Substanzen bestimmt man, indem man 1 Th. Seife in 15 Th. siedendem Wasser löst, die Lösung mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, bis sie stark sauer reagirt, 1 Th. weißes Wachs (genau gewogen) hinzusetzt und bis zum Schmelzen des Wachses erhitzt. Der erkaltete Wachskuchen wird ausgepreßt, getrocknet und gewogen. Die Gewichtszunahme giebt die Menge der in der Seife enthaltenen fetten Substanzen. Durch Platinchlorid, das man zu den von den Fetten abgeschiedenen Flüssigkeiten setzt, erfährt man, ob die Seife Kali oder Natron enthält. Eine reine Seife muß endlich in der Wärme in Alkohol vollkommen löslich sein.

Borsäure und Borax.

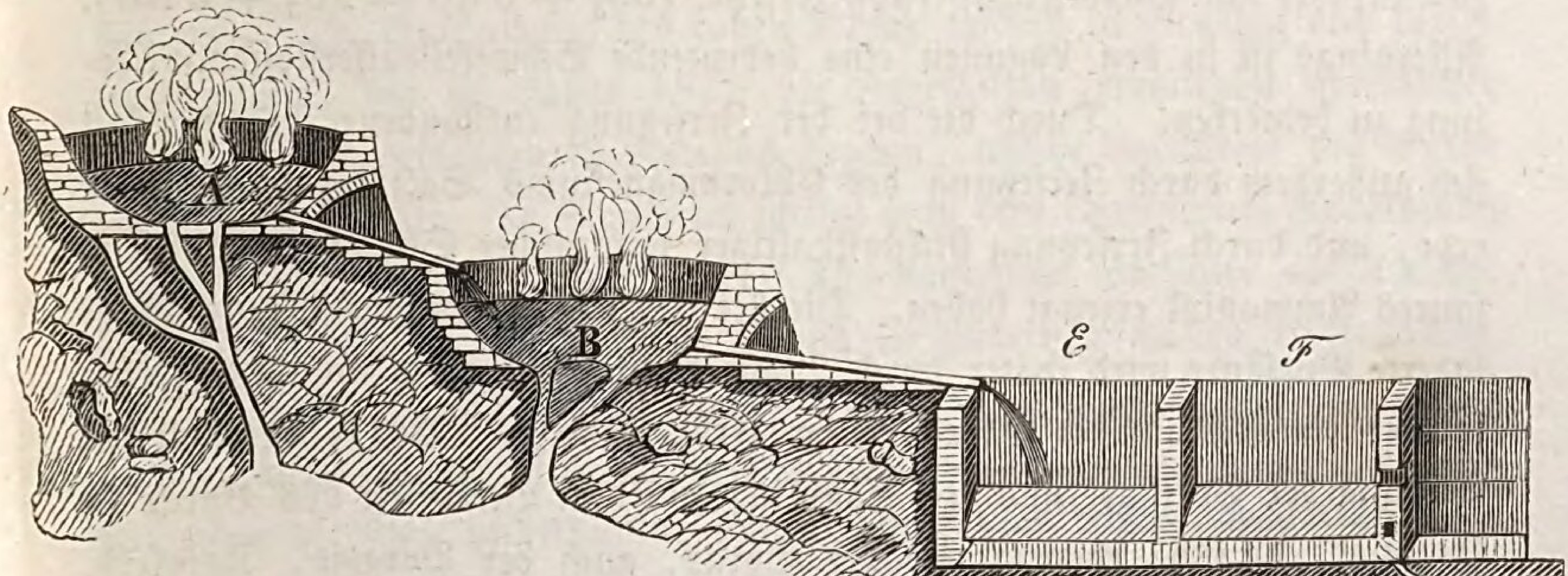
Borsäure und Borax.

Die Borsäure (BO_3) ist als Hydrat ($BO_3 + 3\,HO$) ein weißer, perlmutterglänzender, krystallinischer Körper, der bis auf 100° erhitzt, die Hälfte seines Wassers verliert, während die andere Hälfte erst in der Glühhitze ausgetrieben werden kann. In der Natur findet sie sich als Sassolin, in mehreren vulkanischen Gegenden, besonders in den heißen Quellen von Sasso bei Siena, auf einer der liparischen Inseln (Vulcano) und vor Allem in den Lagunen von Toscana. Hoeffer und Mascagni wiesen zuerst 1776 die Gegenwart der Borsäure in diesen Gewässern nach, aber erst 1818 wurden dieselben zur Borsäurebereitung benutzt; in diesen Lagunen öffnen sich kleine Krater (Suffioni), aus welchen fortwährend heiße Dämpfe in das Wasser ausströmen. Diese Dämpfe enthalten keine fertig gebildete Borsäure, denn wenn man den Dampf condensirt und die entstehende Flüssigkeit verdampft, so findet man in dem Rückstande keine Borsäure. Die Borsäure bildet sich erst aus einer in den Dämpfen enthaltenen Borverbindung, indem die Dämpfe in das Wasser der Lagunen einströmen. Hat diese Lösung einen gewissen Concentrationspunkt erreicht, so stellt man daraus die Borsäure krystallinisch dar.

Gewinnung derselben im Großen.

Bei der Gewinnung der Borsäure im Großen in Toscana bringt man mehrere ausgemauerte Bassins A B u. s. w. (Fig. 35) übereinander an, in welche so viel als möglich Suffioni münden; das oberste Bassin ist mit reinem Wasser angefüllt, aus diesem strömt es in die tieferstehenden, bis dasselbe

Fig. 35.



mit Borsäure gesättigt ist. Das Wasser bleibt ungefähr 24 Stunden in jedem Bassin; das Wasser derselben wird durch die sich zuweilen heftig entwickelnden Suffioni fortwährend bewegt. Nachdem die Borsäurelösung alle Bassins durchlaufen hat, läßt man dieselbe in die Reservoirs E und F fließen, in welchen sich die Unreinigkeiten (Thon, Gyps u. s. w.) absetzen; aus dem Reservoir fließt die Lösung in kleinere Abdampfpfannen. Zur Heizung benutzt man in den Anlagen Larderellos, welche fast alle im Handel kommende rohe Borsäure liefern, die Suffioni, welche wegen ihrer ungünstigen Lage sich nicht zur Anlegung von Lagunen eignen. Man faßt die Dampfquellen dadurch, daß man sie mit einem hölzernen Kamin umgiebt und leitet sie in gemauerten unterirdischen Kanälen unter die Abdampfbatterien. In den Pfannen setzen sich noch verschiedene Unreinigkeiten, namentlich Gyps ab. Wenn die Lösung hinlänglich concentrirt ist, so gießt man sie in mit Blei gefütterte Krystallisirgefäße, in welchen sich die Krystalle bilden, die von der Mutterlauge befreit und in Trockenstuben, welche ebenfalls die Hitze der Suffioni erwärmt, getrocknet werden. Die auf diese Weise erhaltene Borsäure enthält 74 — 84 Proc. krystallisirte Borsäure, Wasser 7—5,75 Proc., Ammoniak, Talkerde und organische Bestandtheile 11—19 Proc.; sie wird durch Wiederauflösen und Umkrystallisiren gereinigt. Die jährliche Production an Borsäure in Toscana beträgt nach Payen ungefähr 16600 Centner. Die Darstellung der Borsäure aus dem Borax durch Zersetzen desselben mittelst Salzsäure ist nur beiläufig zu erwähnen.

Theorie der Bildung der Borsäure.

Nach Dumas und Payen entsteht die Borsäure dadurch, daß im Innern der Erde ein Lager von Schwefelbor (BS_3) mit Meerwasser in Berührung kommt, wodurch sich das Schwefelbor zu Borsäure und Schwefelwasserstoff zersetzt: ($BS_3 + 3\,HO = BO_3 + 3\,SH$). Allerdings ist in den Lagunen eine bedeutende Schwefelwasserstoffentwickelung zu bemerken. Durch die bei der Zersetzung entstandene Wärme soll sich außerdem durch Zersetzung des Chlormagnesiums Salzsäure und Talkerde, und durch Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanzen kohlensaures Ammoniak erzeugt haben. Die bei dieser Reaction entstandene abgelagerte Borsäure wird später durch Wasserdämpfe getroffen und mit diesen fortgerissen und auf die Oberfläche der Erde gebracht. Bolley erklärt die Bildung der Borsäure und des Sassolins aus dem Verhalten des Borax zu Salmiak, da sich, eben so wie der Borax, auch der Boracit, Datolith, Turmalin und Axinit verhält. In vulkanischen Gegenden ist bekanntlich

das Vorkommen des Salmiaks etwas sehr Gewöhnliches, es bedarf daher nur zur Borsäurebildung des gleichzeitigen Vorkommens eines solchen Minerals. Bei überschüssigem Salmiak wird nämlich der Borax vollständig in Chlornatrium und Borsäure zerlegt, wahrscheinlich geschieht dasselbe auch bei den anderen Borsäureverbindungen: ($NaO, 2\ BO_3 + NH_4\ Cl = 2\ BO_3 + Cl\ Na + NH_4\ O$). Das von Payen wahrgenommene Vorkommen von Ammoniak in den Dämpfen am Monte Rotondo in Toscana spricht allerdings für die Ansicht Bolley's. Nach einer anderen Ansicht, die der Wahrscheinlichkeit nicht entbehrt, befindet sich im Innern der Erde Borstickstoff (BN), der durch heiße Wasserdämpfe in Borsäure und Ammoniak zerlegt wird ($BN + 3\ HO = BO_3 + NH_3$).

Anwendung der Borsäure. Die Borsäure wird zu der Fabrikation des Borax, zum Glasiren gewisser Porcellanarten, und in wässeriger Lösung mit Schwefelsäure vermischt zum Tränken der Dochte bei der Stearinkerzenfabrikation angewendet.

Borax. Der Borax oder das borsaure Natron ($2\ BO_3 + NaO$) enthält im krystallisirten Zustande fünf oder zehn Aequivalente Wasser, je nachdem dieses Salz in Octaedern oder in Prismen krystallisirt.

Prismatischer Borax. Der prismatische Borax ($2\ BO_3 + NaO + 10\ HO$) enthält 47 Proc. Wasser; er findet sich in großer Menge in Indien, China, Persien, auf Ceylon und in Südamerika in Seen gelöst, aus deren Wasser er durch freiwillige Verdunstung desselben durch die Sonnenwärme herauskrystallisirt. Besonders berühmt ist der See Teschu Lumbu in Groß Thibet. Der auf diese Weise erhaltene Borax wurde früher in großer Menge unter den Namen Tinkal oder Pounra in Europa eingeführt; er erschien in kleinen Krystallen, die viele Unreinigkeiten, namentlich eine fette Substanz, mit sich führten. Die Raffinirung des rohen Borax geschah in Venedig und später in Holland, bis im Jahre 1815 die Fabrikation vermittelst natürlicher Borsäure und kohlensauren Natrons begann, welche den Preis des Borax um $^3/_4$ erniedrigte. In Frankreich sättigt man eine concentrirte Sodalösung mit Borsäure in der Siedehitze (10 Th. natürliche Borsäure auf 12 Th. krystallisirte Soda) und läßt die Lösung in bleiernen Kästen krystallisiren. Die während der Sättigung sich entwickelnden Gasarten enthalten außer Kohlensäure Ammoniak; um letzteres zu gewinnen, leitet man in einigen Fabriken die Gase in verdünnte Schwefelsäure, und erhält durch Abdampfen der Lösung schwefelsaures Ammoniak. Der durch wiederholtes Umkrystalli-

siren gereinigte prismatische Borax ist von süßlichem Geschmack und löst sich in 12 Th. siedendem Wasser; an trockner Luft aufbewahrt verliert er seine Durchsichtigkeit; über 100° erhitzt, bläht er sich auf, verliert sein Krystallwasser und verwandelt sich endlich in eine weiße, schwammige Masse, die bei höherer Temperatur zu einer durchsichtigen Masse (dem Boraxglas) schmilzt. — Der octaedrische Borax ($2\,BO_3 + NaO + 5\,HO$) enthält 31 Proc. Wasser; man erhält ihn, indem man eine concentrirte siedende Lösung von 30° B. in die Krystallisirgefäße bringt; der octaedrische Borax fängt ungefähr bei 79° an sich auszuscheiden. Bei 56° muß die über den Krystallen stehende Flüssigkeit abgegossen werden, weil sich außerdem prismatischer Borax bilden würde. Der octaedrische Borax ist dem prismatischen in jeder Beziehung vorzuziehen, weit fester, beständiger, enthält weit weniger Wasser, schmilzt leicht und bläht sich während des Schmelzens weit geringer auf als der prismatische Borax. An feuchter Luft oder in Wasser nimmt der octaedrische 5 Aequivalente Wasser auf und geht in den prismatischen über. Geschmolzener Borax hat die Eigenschaft, bei hoher Temperatur Metalloxyde zu lösen und mit denselben durchsichtige, gefärbte Gläser zu bilden, so wird z. B. Borax durch Kobaltoxydul blau, durch Chromoxyd grün gefärbt. Auf diese Eigenschaft, welche man in der analytischen Chemie zum Erkennen und Unterscheiden gewisser Metalloxyde benutzt, ist auch seine technische Anwendung zum Löthen basirt, wo er die zu vereinigenden Stücke vor der Oxydation bewahrt. In der neueren Zeit hat man den Borax zur Fabrikation von Glasflüssen und von gewissen Porcellanarten benutzt. In Südamerika gebraucht man den rohen Borax unter dem Namen Quemason, als Flußmittel bei dem Kupferschmelzen; in der Schweiz zum Entschälen der Seide.

(Randnotizen: Octaedrischer Borax. — Anwendung des Borax.)

Der Kalk.

Vom Kalk. Der Kalk gehört in seiner Verbindung mit Kohlensäure, als kohlensaurer Kalk CaO, CO_2 zu den in der Natur am häufigsten vorkommenden Substanzen. Diese Substanz findet sich in allen drei Reichen, sie macht einen Bestandtheil der Knochen der Wirbelthiere aus, sie bildet ferner die Hauptmasse der Schalen der Mollusken, Strahlthiere und den kalkigen Ueberzug vieler Wassergewächse, z. B. der aus der Gattung

Chara. In der größten Menge kommt sie jedoch im Mineralreiche als Marmor, Kalkspath, Arragonit, Kreide und Kalkstein vor. Technische Anwendung finden im unveränderten Zustande von diesen Mineralien der Marmor zu Bildhauerarbeiten und in den Fabriken künstlicher Mineralwässer zum Entwickeln von Kohlensäure, der Kalkspath zum Ausbringen der Erze auf Schmelzhütten, der Doppelspath, eine Varietät des Kalkspathes, bei gewissen optischen Instrumenten, die Kreide als Farbe- und Schreibmaterial und der Kalkstein als Bau- und Pflastermaterial. Der Kalkstein ist häufig mit Thon, Eisen- und anderen Metalloxyden gemischt und deshalb sehr verschieden gefärbt. Der lithographische Stein ist ein gelblichweißer, schiefriger Kalkstein, der zu Solenhofen und Pappenheim in Bayern vorkommt, und wie es schon sein Name andeutet, zur Lithographie angewendet wird. Ein mit organischen Substanzen — wahrscheinlich Rückständen zerstörter thierischer Organe — gemengter Kalk ist der Stinkstein, der beim Reiben oder Schlagen einen bituminösen Geruch entwickelt. Er ist gewöhnlich von rauchgrauer Farbe. Die Kreide oder der erdige kohlensaure Kalk bildet ausgedehnte, mächtige Lager im nördlichen Deutschland, in England, Dänemark und Frankreich. Ehrenberg hat nachgewiesen, daß die Kreide aus kalkigen Infusorienpanzern besteht. Hierher gehört ferner der Mergelkalkstein, welcher sich durch seinen Gehalt an Thon auszeichnet; wir werden auf denselben später zurückkommen. Mit kohlensaurem Natron bildet der kohlensaure Kalk den Gay-Lussit ($CaO, CO_2 + NaO, CO_2$), mit kohlensaurem Baryt den Baryto-Calcit ($CaO, CO_2 + BaO, CO_2$) und mit kohlensaurer Talkerde den Bitterspath oder Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$); im letzteren Mineral, dem Dolomit, kann der Talkerdegehalt so steigen, daß 3 Aequivalente desselben auf ein Aequivalent kohlensauren Kalk vorhanden sind.

Eigenschaften. Der kohlensaure Kalk, gleichviel in welcher Form, ist im reinen Wasser nicht, wohl aber im kohlensäurehaltigen löslich, indem sich doppelt kohlensaurer Kalk bildet. Wenn diese Lösung durch Verdunsten die Hälfte ihrer Kohlensäure verliert, so setzt sich der nun wieder unlöslich gewordene Kalk wieder ab und erhält, je nach der dabei annehmenden Form, verschiedene Namen. Der sich absetzende kohlensaure Kalk erscheint häufig in den sogenanten Tropfsteinhöhlen in krystallinischen Zapfen (Stalactiten und Stalagmiten). Kalksinter wird der krystallinisch blätterige Ueberzug genannt, der als kalkige Inkrustation vorkommende Kalktuff. Wird

kohlensaurer Kalk in einer verschlossenen Porcellanröhre heftig und anhaltend erhitzt, so schmilzt derselbe und erstarrt nach dem Erkalten zu einer krystallinischen Masse von unverändertem kohlensauren Kalk. Erhitzt man aber kohlensauren Kalk bei nicht abgeschlossener Luft, so wird die Kohlensäure ausgetrieben und es bleibt Aetzkalk (CaO) oder gebrannter Kalk zurück. Der gebrannte Kalk ist diejenige Form, unter der der Kalk zu den meisten gewerblichen Zwecken geschickt ist.

Brennen des Kalkes. Das Brennen des Kalkes geschieht entweder im freien Felde oder in besonders dazu construirten Oefen. Die erstere Methode kann nur dann Anwendung finden, wenn es sich darum handelt möglichst schnell eine große Quantität von Kalk zu brennen. Dieses Verfahren geht in Meilern, auf dieselbe Weise, wie das Brennen der Holzkohlen in Meilern vor sich. Man schichtet Kalkstein mit Steinkohle zu einem Haufen, bedeckt den Haufen mit Rasen und zündet ihn an; durch zweckmäßiges Schüren wird das Feuer regulirt. Es ist leicht einzusehen, daß das Brennen des in Oefen, Kalkes in Meilern nur in den wenigsten Fällen Anwendung finden kann. Fast überall bedient man sich zu diesem Zwecke der Kalköfen, die entweder mit unterbrochenem Gange oder mit mit unterbrochenem Gange, ununterbrochenem Gange sein können. In den Oefen mit unterbrochenem Gange wird Kalk und Brennmaterial separirt eingetragen. Als Brennmaterial dient Holz, Steinkohlen oder Torf. Die Einrichtung dieser Oefen ist fast immer dieselbe. Gewöhnlich ist der Ofen ein senkrechter, runder Schacht (Fig. 36), in welchem die größten Steine, die zu diesem

Fig. 36.

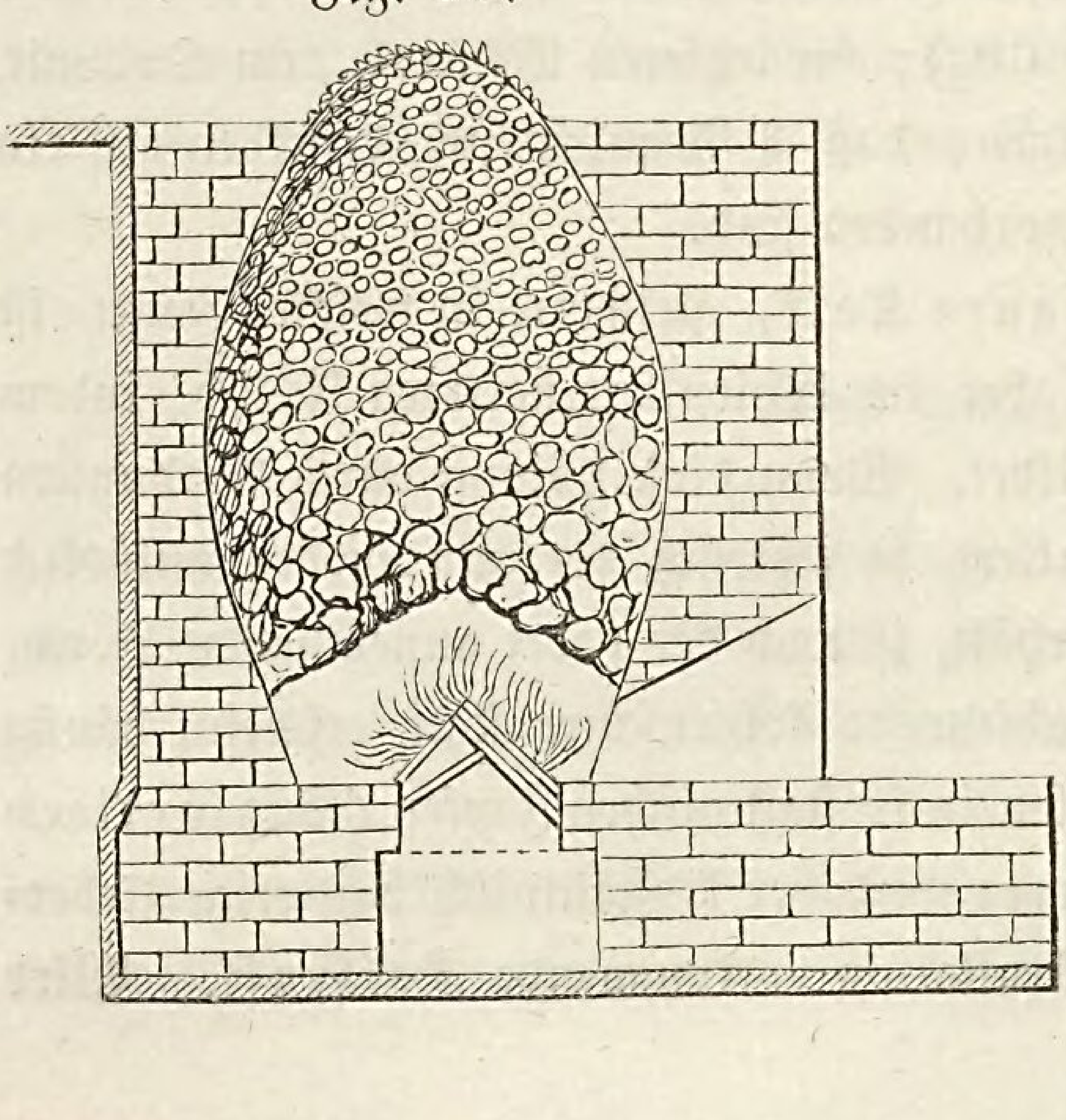
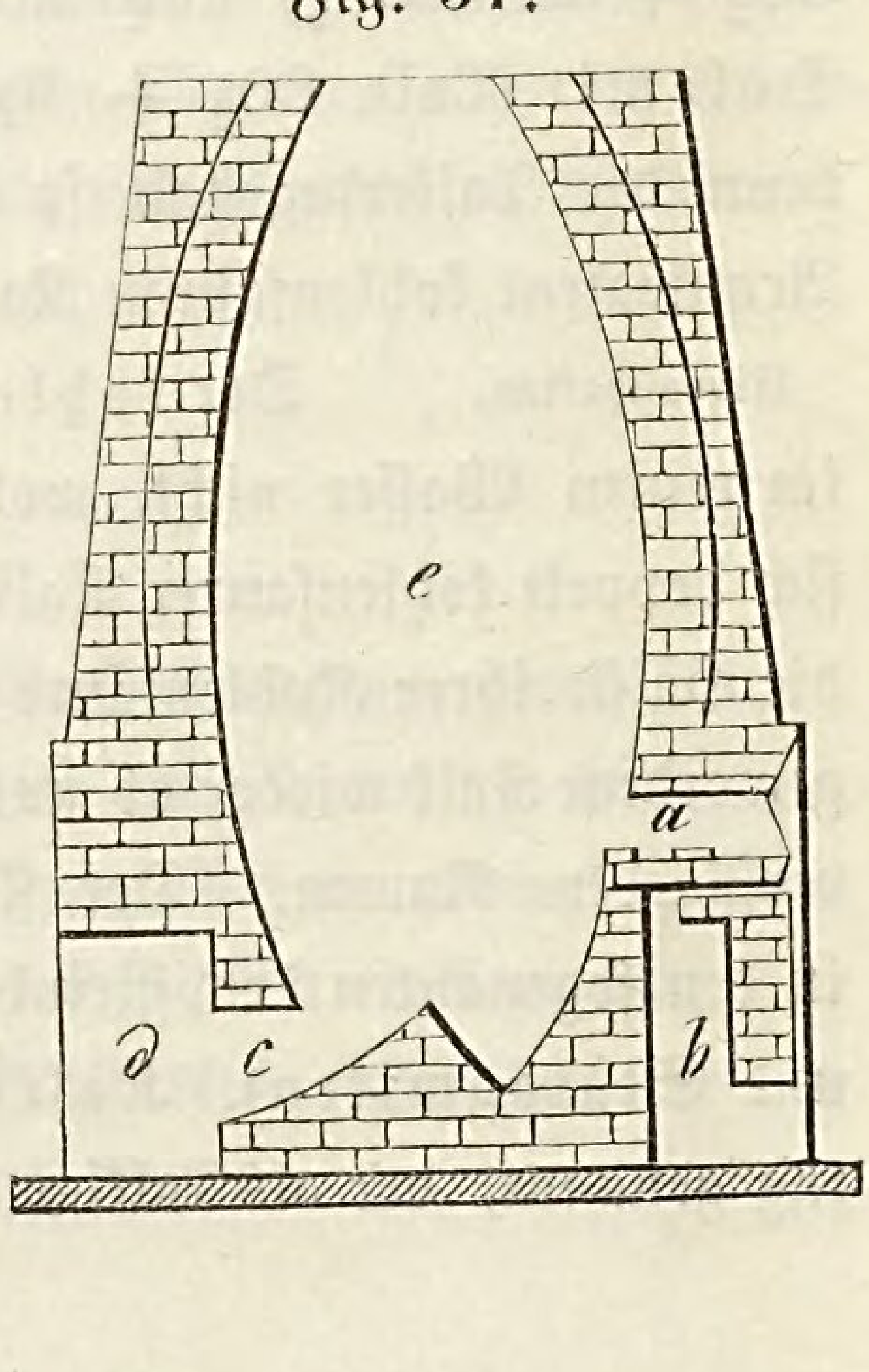


Fig. 37.



Zweck besonders ausgelesen werden, ein spitzbogenartiges Gewölbe bilden, auf welches man die übrigen Kalksteine schüttet und dadurch den Schacht anfüllt. Nach beendigtem Brennen wird der Kalk aus dem Ofen entfernt, und ein neuer Brand begonnen. Die Ungleichheit des Garbrennens und die deshalb bedingte Verschwendung von Brennmaterial sind große Uebelstände dieses Ofens.

mit ununterbrochenem Gange.

Die Formen der Kalköfen mit ununterbrochenem Gange sind außerordentlich verschieden; es wird daher hinreichend sein, nur das Princip ihrer Construction und ihre Bauart im Allgemeinen anzugeben. Bei einem solchen Ofen (Fig. 37) wird der Kalkstein und das Brennmaterial schichtenweise in den Schacht e eingetragen, das Feuer durch die Oeffnung a angezündet, und der gebrannte Kalk durch die Oeffnung c d entfernt. b ist der Aschenfall. Oberhalb des Schachtes befindet sich ein Haufen Kalkstein, der in dem Verhältniß, als der Kalkstein im Innern sich brennt, in den Schacht nachsinkt. Die großen Vorzüge eines solchen Ofens liegen auf der Hand; sie bestehen hauptsächlich darin, daß der Ofen nie abkühlt, und daß bei guter Construction des Ofens der gebrannte Kalk völlig erkaltet aus dem Ofen entfernt werden kann.

Einwirken des Wasserdampfes beim Brennen des Kalkes.

Man hat beobachtet, daß durch die Gegenwart von Wasserdämpfen und durch bedeutenden Luftzug das Brennen des Kalkes befördert wird. Frisch gebrochener, noch feuchter Kalkstein brennt sich deshalb schneller, als seit längerer Zeit gebrochener. Letzterer wird von einigen Kalkbrennern vor dem Brennen mit Wasser befeuchtet. Die Nebenbestandtheile des rohen Kalksteins sind auf die Eigenschaften des gebrannten Kalkes von größtem Einflusse. War der angewendete Kalkstein ziemlich reiner kohlensaurer Kalk, so erhitzt er sich bedeutend, indem er Wasser absorbirt und in Kalkhydrat (CaO, HO) übergeht, und bildet einen fetten Brei. In dem Grade aber, als sich der Kalkstein in seiner Zusammensetzung dem Dolomit nähert und talkerdehaltig wird, wird der Brei kürzer; einen solchen talkerdehaltigen Kalk nennt man magern Kalk. Bei 10 Proc. ist dies schon deutlich zu bemerken, bei 34 Proc. ist der Kalk bereits unbrauchbar. — Das sogenannte Todtbrennen des Kalkes liegt entweder daran, daß durch zu kurze Einwirkung der Hitze halb kohlensaurer Kalk ($2\,CaO + CO_2 + HO$) gebildet worden ist, oder daß durch zu hohe Temperatur die nie in den Kalksteinen fehlende Kieselerde und Thonerde mit dem Kalk auf der Oberfläche

Eigenschaften des gebrannten Kalkes.

Todtbrennen des Kalkes.

des Steins zusammengesintert sind. Durch Beides wird verhindert, daß der gebrannte Kalk mit Wasser einen Brei giebt. Die Kalkbrenner haben die Beobachtung gemacht, daß, wenn ein Kalkofen vor dem völligen Garwerden des Kalkes erkaltet, der darin enthaltene Kalk durch nochmaliges Erhitzen selbst bis zu sehr hoher Temperatur, nicht mehr gebrannt werden kann.

Löschen des Kalkes. Wird gebrannter Kalk mit Wasser übergossen, so nehmen 100 Th. Kalk ungefähr 32 Th. Wasser auf, der Kalk erhitzt sich bis auf 150⁰ und zerfällt endlich zu einem vollkommen weißen Pulver, das ein dreimal größeres Volumen einnimmt, als der Kalkstein vorher; die Operation, durch welche dies geschieht, nennt man das Löschen des Kalkes. Der Kalk hält das Hydratwasser mit solcher Hartnäckigkeit zurück, daß bei 250—300⁰ noch kein Gewichtsverlust stattfindet. Das Kalkhydrat löst sich in dem Grade im Wasser (zu Kalkwasser), daß die Lösung deutlich alkalisch schmeckt und alkalisch reagirt. In Kalkwasser fein zertheilter Kalk bildet die Kalkmilch. An der Luft absorbirt der Kalk nach und nach Kohlensäure und geht mindestens auf der Oberfläche in halbkohlensauren Kalk (s. oben) über, deshalb pflegt man gelöschten Kalk, wenn derselbe in großen Quantitäten vorräthig gehalten werden muß, vor der Luft geschützt in Gruben aufzubewahren. Anwendung des Kalkes. Der gelöschte Kalk wird, seiner großen Verwandtschaft zur Kohlensäure wegen, zur Darstellung des Aetzkalis und Aetznatrons (s. S. 6 u. 38) angewendet. Er dient ferner zur Darstellung des Ammoniaks (s. S. 65), des Chlorkalks (s. S. 54), zum Ausfällen der Talkerde aus den Mutterlaugen der Salinen ($MgCl + CaO = MgO + CaCl$), zum Reinigen des Leuchtgases, zum Einkälken des Getreides vor dem Säen, zur Raffination des Zuckers, in der Gerberei, Färberei, als Zusatz zum Glase, in der Fabrikation der Stearinkerzen, vor Allem aber zum Mörtel. Seine Eigenschaft, vor dem Knallgebläse (einem Gebläse einer Mischung von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff), außerordentlich lebhaft zu leuchten, benutzt man als Signallicht auf Leuchtthürmen, bei geodätischen Operationen, zum Beleuchten des Mikroskops u. s. w.

Der Mörtel.

Mörtel im Allgemeinen. Wenn gelöschter Kalk an der Luft sich selbst überlassen wird, so trocknet derselbe unter Kohlensäureabsorption aus und verringert dabei bedeutend sein Volumen. Mengt man den Kalkbrei aber mit Sand,

so findet das Zusammenschwinden nicht statt und die Masse bildet nach dem völligen Austrocknen eine steinähnliche Substanz. Der mit Sand gemengte Kalkbrei heißt **Mörtel**. Eben so wie der Leim zwei Holzstücke verbindet, daß die Holzstücke eher zerreißen, als daß das Holz vom Leim losläßt, eben so dient auch der Mörtel dazu, zwei Steine zu einem Ganzen zu vereinigen. Darauf, daß man den Mörtel zwischen poröse Sand- oder Ziegelsteine bringt, welche dem Brei das Wasser entziehen und durch das zurückbleibende Kalkhydrat vereinigt werden, beruht die Anwendung des Kalkes als Baumaterial. Man unterscheidet **Luftmörtel**, der an der Luft erhärtet, oder **hydraulischen** oder **Wassermörtel**, der unter dem Wasser erhärtet und deshalb zu Bauten, die dem Wasser ausgesetzt sind, Anwendung findet.

Luftmörtel. Der **Luftmörtel** wird aus fettem Kalkbrei und Sand dargestellt, auf einen Kubikfuß steifen Kalkbrei pflegt man 3—4 Kubikfuß Sand zu nehmen; bei magerem, talkerdehaltigem Kalk nimmt man auf eine gleiche Quantität 1—2 Kubikfuß Sand. Dieser Luftmörtel ist der bei uns allgemein angewendete Mörtel.

Theorie des Erhärtens. Das Erhärten des Luftmörtels geht durchaus nicht nur durch Wasserverlust vor sich, wovon man sich überzeugen kann, wenn man den Luftmörtel im Wasserbade oder über der Lampe austrocknet; das Resultat des Trocknens ist keineswegs eine steinartige, sondern eine bröckliche, leicht zerreibliche Masse. Der Mörtel bindet nur, wenn derselbe eine steinartige Masse bildet, diese entsteht aber erst, wenn das Austrocknen langsam vor sich geht. Die chemische Veränderung, welche der Mörtel während des Austrocknens erleidet, ist eine doppelte, einestheils verwandelt sich der Kalk in das halbkohlensaure Salz ($CaO, CO_2 + CaO, HO$), anderntheils verbindet sich ein Theil der Kieselerde des Sandes, indem dieselbe durch die Einwirkung des Kalkes in gallertartige Kieselsäure verwandelt wird, mit dem Kalk zu kieselsaurem Kalke. Da man aber beobachtet hat, daß Kalksand, anstatt des Kieselsandes zum Mörtel angewendet, eine eben so steinharte Masse erzeugt, so muß man annehmen, daß die theilweise Verkieselung des Kalkes nicht unumgänglich ist, und daß die Wirkung des Mörtels, eben so wie die des Leimes, unter die Adhäsionserscheinungen gehört, obgleich nicht in Abrede zu stellen ist, daß der Mörtel im Laufe der Zeit eine Veränderung erleidet, welche diesen Adhäsionserscheinungen zu Statten kommt.

Hydraulischer Mörtel. Gewisse **Kalksteine** haben, wenn sie mehr als 10 Proc. Kieselerde enthalten, die Eigenschaft, nach dem Brennen einen mageren Brei

zu geben, der unter dem Einflusse des Wassers nach kürzerer oder längerer Zeit erhärtet. Man nennt solche Kalksteine hydraulische; sie werden dieser Eigenschaft wegen zum hydraulischen Mörtel verwendet. Die hydraulischen Kalke enthalten die Bestandtheile des gewöhnlichen Kalkes ($CaO + CO_2$), die sich in Salzsäure lösen, und einen mehr als 10 Proc. betragenden Theil, der sich in Salzsäure nicht löst; dieser nicht lösliche Theil besteht entweder aus reiner Kieselerde oder aus Thon (kieselsaurer Thonerde). Die hydraulischen Kalke sind mithin im ungebrannten Zustande Gemenge von kohlensaurem Kalk mit Kieselerde oder einem Silicat. Durch das Brennen erleidet die Natur des hydraulischen Kalkes ungefähr dieselbe Veränderung, die ein in Säuren unlösliches Silicat erleidet, wenn wir dasselbe mit kohlensauren Alkalien aufschließen; der hydraulische Kalk wird durch das Brennen in Salzsäure vollkommen löslich. Fuchs, Berthier und Vicat stellten zahlreiche Versuche an, deren Resultate übereinstimmend bewiesen, daß nur die Kieselsäure im gallertartigen Zustande den Kalk in hydraulischen verwandelt, und daß die in dem hydraulischen Kalke häufig vorkommenden Gemengtheile, wie Thonerde, Eisenoxyd auf das Erhärten des hydraulischen Mörtels erst dann von Einfluß sind, wenn durch starkes Erhitzen bis zum Schmelzen diese Körper sich chemisch mit der Kieselerde verbunden haben. Aus Vorstehendem geht hervor, daß man, indem dem gewöhnlichen Kalke durch einen geeigneten Zusatz Kieselsäure zugeführt wird, hydraulische Mörtel künstlich erzeugen kann. Solche Zusätze sind die Cemente. Die Cemente bestehen im Allgemeinen aus Kieselsäure oder Thon und wirken nach Kuhlmann um so kräftiger, wenn der Thon Talkerde, Natron oder Kali enthält. Wenn man Kalkbrei mit einem Cement mischt und das Gemisch unter Wasser stehen läßt, so bildet sich ein Doppelsilicat mit chemisch gebundenem Wasser, ein wirklicher Zeolith, wie z. B. der Prehnit $SiO_3, 2\,CaO + Al_2\,O_3, SiO_3 + HO$. Die Bildung dieses Hydrosilicates ist die eigentliche Ursache der Erhärtung des hydraulischen Kalkes. Die günstige Einwirkung der Alkalien liegt in der Eigenschaft derselben, die Kieselsäure besonders leicht aufzuschließen und in den löslichen Zustand überzuführen. Die Alkalien werden übrigens durch das Wasser ausgewaschen. Aus der oben angeführten Theorie folgt, daß Substanzen, welche die Kieselerde schon in der löslichen Modification enthalten, wie die Zeolithe, einige Mergel, Wasserglaslösung u. s. w., unmittelbar Luftkalk in hydraulischen Kalk überzuführen

Theorie des Erhärtens.

im Stande sind. In der neuern Zeit hat Villeneuve die Ansicht aufgestellt, daß die hydraulischen Eigenschaften nicht allein der Kieselerde zuzuschreiben seien, sondern überhaupt allen elektronegativen Körpern, welche mit dem Kalk unlösliche Verbindungen eingehen, besonders aber der Kohlensäure.

Darstellung des hydraulischen Mörtels. Man stellt den hydraulischen Mörtel dar, indem man entweder hydraulischen Kalk mit Wasser zu Brei macht und Sand zusetzt, oder daß man gewöhnlichen Luftkalk mit Cement und Sand mengt. Das Cement ist entweder ein natürlich vorkommendes, oder ein künstlich dargestelltes. Beim Löschen des hydraulischen Kalkes wird das Wasser absorbirt, ohne daß bedeutende Wärmeentwickelung oder Volumenvergrößerung stattfindet. Die Verwendung des hydraulischen Mörtels geschieht auf dieselbe Weise, wie die des Luftmörtels, nur muß der Kalkbrei frisch bereitet angewendet, die Steinflächen aber gehörig benetzt und das Mauerwerk feucht erhalten werden. Natürliche Cemente. Unter den natürlichen Cementen, wenn dieser Ausdruck überhaupt auf Naturproducte Anwendung finden darf, sind besonders hervorzuheben der Traß, die Puzzuolane und der Santorin.

Traß. Der Traß oder Duckstein ist eine Art Tuff, die, im Brohlthal, unfern Andernach, zwischen Thon- und Grauwackeschiefer-Höhen mächtige Ablagerungen bildet. Der Traß ist wesentlich nichts anderes als zertrümmerter, zerriebener Bimsstein, den die vielen vulkanischen Kegelberge des Rheinufers lieferten. Die aus der Gegend des Laacher Sees dem Rhein sich zuziehenden Thäler sind mit Traß angefüllt, der nur wenig unzertrümmerten Bimsstein enthält. Schon seit dem dritten Jahrhundert wendet man den Traß zur Erzeugung von hydraulischem Mörtel an und arbeitet daraus Quader, die in den Mauern alter Festungen und Thürme noch jetzt zu sehen sind. Die Zusammensetzung des Traß ist folgende:

	In Salzsäure lösliche Bestandtheile.	In Salzsäure nicht lösliche Bestandtheile.
Kieselsäure	11,50	37,44
Kalk	3,16	2,25
Talkerde	2,15	0,27
Kali	0,29	0,08
Natron	2,44	1,12
Thonerde	17,70	1,25
Eisenoxyd	11,17	0,57
Wasser	7,65	—
	56,86	42,98

Puzzuolane. Die Puzzuolane oder die Puzzolanerde ist ein ähnlicher Körper, der bei Puzzuoli bei Neapel, dem Puteoli der Alten, vorkommt. Sie ist ebenfalls vulkanischen Ursprungs und kann eben so wie der Traß dem Luftkalk im gemahlenen Zustande, ohne vorheriges Brennen zugesetzt werden. Sie enthält in 100 Theilen 44,5 Th. Kieselerde, 15 Th. Thonerde, 8,8 Th. Kalk, 4,7 Th. Talkerde, 12 Th. Eisenoxyd, 1,4 Th. Kali, 4,1 Th. Natron und 0,2 Th. Wasser. Bei dem Bau des Leuchtthurmes von Eddystone wurden gleiche Theile gepulverte Puzzuolane und zu Pulver gelöschter Kalk verwendet.

Santorin. Das Santorin ist ein von der griechischen Insel gleichen Namens stammendes, an der Küste von Dalmatien häufig zu Wasserbauten angewendetes Gestein, welches mit dem Traß den vulkanischen Ursprung und das äußere Ansehn gemein hat, doch aber von demselben durch seine weit geringere Aufschließbarkeit in Säuren und dadurch sich unterscheidet, daß es seine unter Wasser gewonnene Härte wieder verliert. Es enthält nach Elsner in 100 Theilen 68,50 Kieselerde, 13,31 Thonerde, 2,36 Kalk, 5,50 Eisenoxyd, 3,13 Kali, 4,71 Natron ꝛc. Theil fand das Santorin in 100 Theilen bestehend aus 15,78 Th. in Salzsäure löslichen und 84,65 Th. darin unlöslichen.

Künstliche Cemente. Wyatts und Parker erhielten im Jahre 1796 ein Patent auf die Fabrikation eines hydraulischen Kalkes, den sie uneigentlich mit dem Namen Roman-Cement belegten. Dieses Cement wird aus den nierenförmigen Massen bereitet, die sich im Thone an den Ufern der Themse, auf den Inseln Sheppey, Whigt, so wie auch an der Nordküste von Frankreich finden, indem man dieselben bei einer Hitze brennt, die beinahe hinreicht, sie zu verglasen, und sodann in Pulver verwandelt. Es wird ohne weitern Zusatz als hydraulischer Kalk angewendet und erhärtet in 15—20 Minuten. Die Vorderseite fast eines jeden Hauses in London ist mit einer Schicht eines Gemenges des Roman-Cementes mit 60 Proc. feinem Quarzsand, überkleidet. Das beste Beispiel von der Vortrefflichkeit dieses Materials giebt der Themse-Tunnel, der ohne hydraulischen Kalk gar nicht auszuführen gewesen wäre. Das zur Bereitung dieses Cementes dienende Material besteht in 100 Theilen aus 65,5 Th. kohlensaurem Kalk, 0,5 Th. kohlensaurer Talkerde, 6,0 Th. kohlensaurem Eisenoxydul, 18 Th. Kieselerde, 6 Th. Thonerde, 4 Th. Manganoxydul und Wasser.

Portland-Cement. Das im Handel unter dem Namen Portland-Cement vorkommende Cement ist ein graues, ins Grünliche gehendes sandig anzufühlendes Pulver, das unter Wasser in sehr kurzer Zeit und zwar gleichmäßig durch die ganze Masse erhärtet; die bessern Sorten desselben sind von Wilson und Robin Apsdin in London. Es enthält in 100 Theilen 22,23 Kieselerde, 7,75 Thonerde, 54,11 Kalk, 5,30 Eisenoxyd, Kali und Natron 2,76.

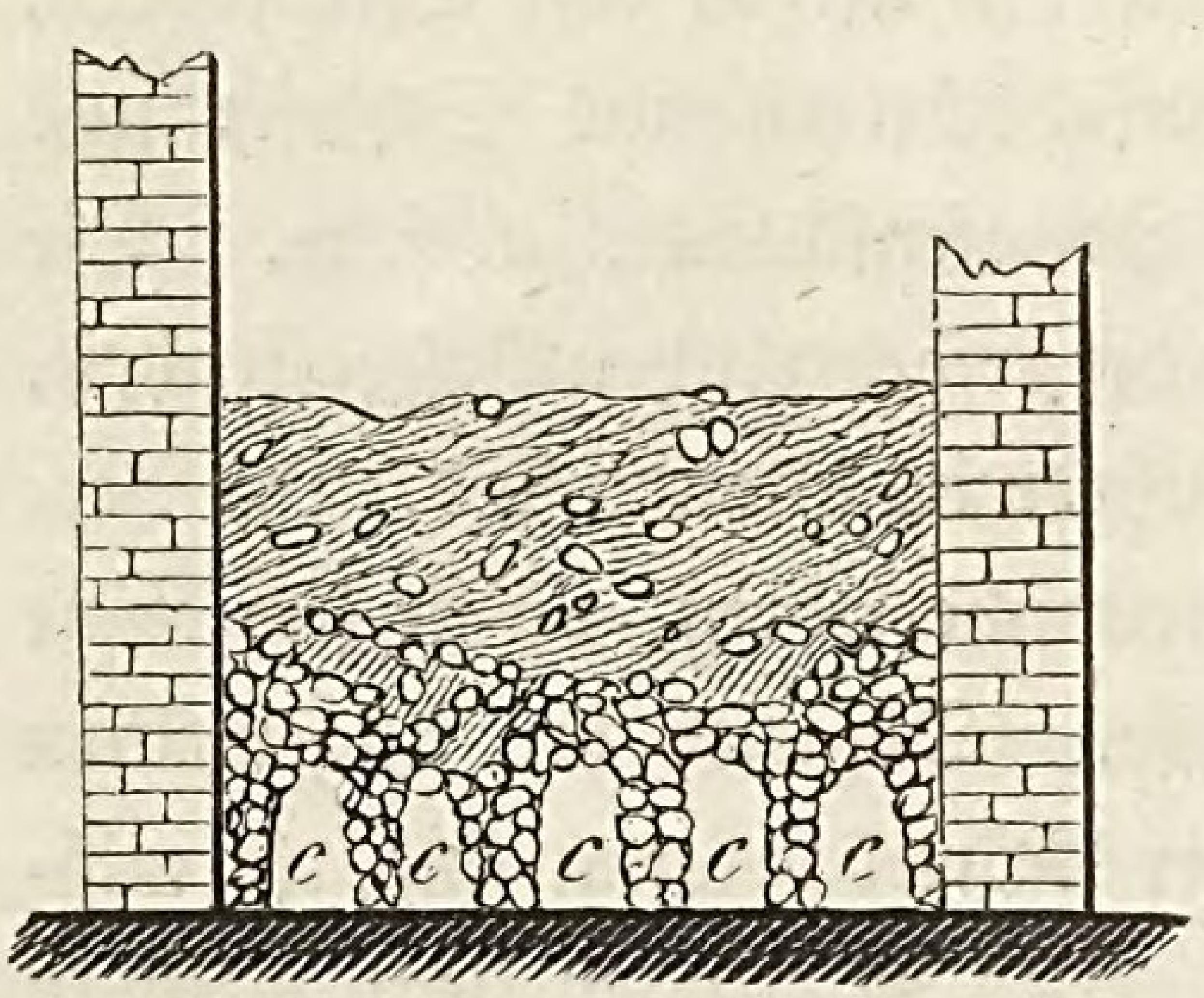
Allgemeines über künstliches Cement. Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß die Fabrikation von künstlichem Cement in jeder Gegend möglich ist. In der That fabricirt man jetzt auch in den meisten Gegenden Deutschlands Cement, das allen Anforderungen entspricht, ohne daß es dabei nothwendig wäre, die Materialien aus großen Entfernungen herbeizuschaffen. So wurde der hydraulische Kalk für die Göltzschthalüberbrückung auf der sächsisch-bayerischen Eisenbahn durch Mengen gleicher Theile von Ziegelmehl, Sand und Kalkmehl erhalten, kurz vor der Verwendung mit Wasser angemacht und als möglichst dicker Brei verarbeitet. In den unerschöpflichen Mergelmassen, die wir im bayerischen Vorgebirge vom Bodensee an bis an die österreichische Grenze besitzen, und gegen 25 Proc. Thonerde enthalten, ist uns ein Material geboten, das nach dem Brennen ein schnell erhärtendes Cement giebt. Zur Darstellung von Cementen benutzt man die Aschen von Steinkohlen, Braunkohlen und Torf, die bei der Alaunfabrikation aus Schiefer und Alaunerde zurückbleibende Masse, manche Hohofenschlacken u. s. w. Die meisten Aschen enthalten so viel Kieselerde in der erforderlichen Beschaffenheit, daß sie Luftkalk in hydraulischen Kalk überzuführen im Stande sind. Der Versuch muß indeß für jede anzuwendende Kohlenasche lehren, ob sie sich eigne und welche Quantität zugesetzt werden müsse. Obgleich im Allgemeinen die Principien der Anfertigung hydraulischer Mörtel bekannt sind, so mißlingen dennoch immer sehr viele Versuche. Das Mißlingen liegt meist in dem unrichtigen Hitzegrad beim Brennen, in der versäumten Innigkeit der Mischung, hauptsächlich aber in der Unkenntniß der chemischen Zusammensetzung der zu mischenden Substanzen. — Aus hydraulischem Kalke fertigt man auch Bausteine für Mauern, welche wie die in Kellern von der Feuchtigkeit zu leiden haben. Zu diesem Zwecke setzt man zu dem hydraulischen Mörtel Sand, bringt die breiartige Masse in Form von Backsteinen und trocknet die fertigen Steine an der Luft.

Gyps.

Gyps. Der Gyps oder schwefelsaure Kalk (CaO, SO_3) findet sich in der Natur im wasserfreien Zustande als Anhydrit, und mit zwei Aequivalenten Wasser verbunden, in großer Menge. Nur der wasserhaltige Gyps ($CaO, SO_3 + 2 HO$) findet technische Anwendung, wir lassen deshalb den wasserfreien unberücksichtigt. Der Gyps kommt in der tertiären Formation vor und bildet den Gypsspath, das Marienglas oder Fraueneis, den Alabaster, den Fasergyps u. s. w. Der wasserhaltige Gyps verliert bei 100° ein Aequivalent Wasser und bei 132° auch das zweite Aequivalent, wobei die Krystalle zerfallen. Der seines Wassers beraubte Gyps heißt gebrannter Gyps oder Sparkalk; derselbe hat die Eigenschaft, die beiden Aequivalente Wasser wieder aufzunehmen, krystallinisch zu werden und dabei zu erstarren. Auf dieser Eigenschaft beruht seine technische Anwendung.

Brennen des Gypses. Das Entwässern oder das Brennen des Gypses geht im Großen auf folgende Weise vor sich: Man häuft den rohen Gyps in viereckigen Räumen, die zu beiden Seiten und auf der hinteren Seite eine Mauer haben, so auf, daß er am Boden kleine Gewölbe c bildet (Fig. 38), auf diese Gewölbe schüttet man den übrigen Gyps und bringt in die Gewölbe das Brennmaterial. Indem die Flamme die ganze Masse des Gypses durchdringt, wird das Wasser ausgetrieben. Natürlicherweise wird bei dieser Construction der Gyps nicht gleichförmig gebrannt; während die dem Feuer zunächst gelegenen Theile zu stark erhitzt worden sind, enthalten die entfernter liegenden noch viel Wasser. Nichtsdestoweniger giebt aber sämmtliche Menge des Gypses gemahlen und gemengt, einen gut erhärtenden Gyps. — Zuweilen benutzt man die überflüssige Wärme der Koksöfen zum Brennen des Gypses; vorzügliche Resultate erlangt man, wenn man die unbenutzte Wärme von drei Koksöfen dazu verwendet, einen Gypsofen zu heizen, und dabei das Koksbrennen so einrichtet, daß dasselbe in jedem Ofen zu einer andern Zeit stattfindet; auf diese Weise erhält man eine mittlere Temperatur, welche während

Fig. 38.



der ganzen Zeit des Brennens nur wenig differirt. Der zum Düngen bestimmte Gyps läßt sich sehr vortheilhaft in einem Kalkofen mit ununterbrochenem Gange brennen. Ausschließlich zu Gypsabdrücken oder zum Gießen bestimmter Gyps wird in Frankreich mit großer Sorgfalt in hölzernen Kasten in einem schwach geheizten Backofen gebrannt, auf welchen der Gyps eine Schicht von höchstens fünf Centimetern Höhe bilden darf. Gypsöfen, in denen das Brennmaterial unmittelbar mit dem Gyps in Berührung kommt, geben oft Veranlassung zur Bildung von Schwefelcalcium ($CaO, SO_3 + 4\,C = CaS + 4\,CO$), das den Gyps zu gewissen Zwecken untauglich macht. War der Gyps während des Brennens zu stark erhitzt worden, so hat er die Fähigkeit verloren, mit Wasser zusammengerührt einen erhärtenden Brei zu bilden. Man sagt dann, der Gyps sei todtgebrannt. Dieses Verhalten mag wohl darin seinen Grund haben, daß durch das zu starke Erhitzen die Moleküle des Gypses sich anders lagerten, und daß der Gyps in Anhydrit übergeht, welchem ebenfalls die Eigenschaft fehlt, mit Wasser zu erhärten. Daß der Gyps hinreichend gebrannt ist, erkennt man daran, daß ein Probestückchen zerbrochen, im Innern nichts Krystallinisches mehr erkennen lasse.

Todtbrennen des Gypses.

Mahlen des Gypses.

Der gebrannte Gyps wird in bedeckten Fässern aufbewahrt, damit die Feuchtigkeit der Atmosphäre keinen nachtheiligen Einfluß ausübe. Am besten ist es, den Gyps nur kurze Zeit vor seiner Anwendung zu pulvern. Das Pulvern geschieht auf Stampfmühlen oder auf Walzmühlen, in neuerer Zeit auch in Pulverisirtrommeln. Zu den feineren Gußarbeiten muß der gepulverte Gyps fein gesiebt werden.

Anwendung des Gypses.

Der ungebrannte Gyps findet zuweilen in Stücken als Baustein Anwendung; da indeß der Gyps in Wasser nur schwer löslich, aber nicht unlöslich ist, so löst sich mit der Zeit der Gyps durch Regen und überhaupt durch Feuchtigkeit auf. Deßhalb ist diese Anwendung mit Recht von den Behörden untersagt. Ungebrannter Gyps findet ferner Anwendung zur Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks (siehe Seite 66). Die Anwendung des Alabasters zu Luxusgegenständen ist bekannt. Der gebrannte Gyps findet bei weitem eine ausgebreitetere Anwendung, so dient er zum Düngen, zum Gießen und zum Erzeugen künstlicher Steine. Als Düngemittel nutzt der Gyps als Nahrungsmittel und als Reizmittel zugleich. Solche Pflanzen, für die Kalk ein wesentlicher Bestandtheil ist, nennt man Kalkpflanzen, zu ihnen gehören

Zum Düngen.

die Leguminosen (Erbsen, Wicken, Klee) und Cruciferen (Raps, Rüben). Als Nahrungsmittel geht der Kalk in die Pflanzen über, entweder in Wasser gelöst, oder erst durch die Einwirkung des Humus im Boden zu Schwefelcalcium reducirt und dann gelöst. In Verbindung mit den anderen im Boden enthaltenen mineralischen Bestandtheilen dient der Gyps als Reizmittel. Nach Liebig und Spazier beruht die günstige Einwirkung des Gypses auf die Vegetation darauf, daß der Gyps Ammoniak absorbirt, welches außerdem, auf einem nicht gegypsten Boden, wieder verdunstet sein würde. Das bei der Fäulniß sich entwickelnde, so wie das in der Atmosphäre enthaltene Ammoniak wird fixirt; es zerlegt sich mit dem Gypse in der Weise, daß schwefelsaures Ammoniak und zweifach kohlensaurer Kalk entsteht. Der Gyps scheint ferner, indem er Ammoniak in seinen Poren condensirt, die Bildung salpetersaurer Salze zu begünstigen. Die Anwendung des Gypses zum Gießen und zu Abdrücken ist eine sehr beliebte zur Nachahmung und Vervielfältigung von Gegenständen. Man bedient sich dazu eines dünnen Breies aus einem Theile gebranntem Gypse und $2^1/_2$ Th. Wasser; obgleich der Gyps durch das Brennen nur ungefähr 20 Proc. Wasser verliert, so ist er doch noch im Stande, mit $2^1/_2$ Th. Wasser einen harten Brei zu geben, weil durch die entstehenden Gypskrystalle ($CaO, SO_3 + 2\,HO$) das übrige Wasser mechanisch eingeschlossen wird. Die Fabrikation von Gypsabgüssen ist nach der Gestalt der Gegenstände mehr oder weniger schwierig. Damit der Gyps an der Form des nachzuahmenden Gegenstandes nicht anhafte, wird letzterer mit einer Oelschicht überzogen. In das Detail der Gypsgießerei einzugehen, gestattet der Raum nicht. — Oft auch bedient man sich Formen von Gyps als Modell zum Gießen von Bronze oder Gußeisen oder zur Vervielfältigung galvanoplastischer Abdrücke, zu letzterem Zwecke ist das Gypsmodell mit einem Gemenge von Colophonium und Wachs und die Oberfläche desselben mit Graphit überzogen, um sie leitend zu machen.

Zum Gießen.

Zur Darstellung künstlicher Steine.

Die Anwendung des Gypses zur Darstellung künstlicher Steine ist noch nicht ausgebildet. Bisher wendete man den Gyps hauptsächlich zu architektonischen Verzierungen, die unter dem Namen Stucco bekannt sind, an. Zu diesem Zwecke wird der Gyps mit Leimwasser angerührt und auf das Mauerwerk aufgetragen. Nach dem Trocknen wird der Ueberzug mit Bimsstein abgeschliffen. Auf die Oberfläche des trocknen Gypses trägt man eine neue Lage Gyps, die mit stärkerem Leimwasser ange-

macht ist, auf, polirt dann die völlig trocken gewordene Oberfläche mit Tripel und Leinwandballen und tränkt dann dieselbe mit Olivenöl. Um künstlichen gefärbten Marmor darzustellen, rührt man den Gyps mit Farben, wie mit Colcothar, Ruß, Indig, Mennige u. s. w. an, oder macht aus dem gefärbten Gypse Kuchen, die man übereinanderlegt und durchschneidet, um gebänderten Gyps zu erzeugen. Kuhlmann empfiehlt die Anwendung einer Lösung von mangansaurem Kali, mit welcher man den Gyps anrührt, um sehr schön gefärbte künstliche Steine zu erhalten.

Härten des Gypses. Seit einiger Zeit stellt man mittelst des Gypses eine neue plastische Substanz dar, die an der Luft mit der Zeit die Härte und die Politurfähigkeit des Marmors annimmt. Dieses Härten des Gypses wird entweder vermittelst Alaun oder vermittelst kieselsauren Kalis ausgeführt. Das Härten mit Alaun geschieht, indem man den rohen Gyps in einem Flammenofen, der mit heißer Luft geheizt wird, brennt, nach dem Erkalten in eine Lösung von Alaun taucht, ihn darauf trocknet und dann abermals brennt. Nach dem Erkalten wird der gealaunte Gyps gemahlen und gefärbt. Neuerdings hat man das Verfahren in der Weise verbessert, daß man den Gyps vor dem Brennen mit gepulvertem Alaun mischte, und dann nur ein einziges Mal erhitzte. Die Theorie des Härtens des Gypses durch Alaun ist bis jetzt noch nicht genügend erklärt. Nach Keating soll der Gyps, ähnlich wie mit Alaun, sehr gut durch Borax gehärtet werden können. Das Härten durch kieselsaure Alkalien oder die Verkieselung des Gypses kann selbst mit ungebranntem gepulvertem Gypse vorgenommen werden; besser geht aber die Umwandelung des schwefelsauren Kalkes in kieselsauren Kalk vor sich, wenn man gegossenen Gyps mit einer Wasserglaslösung zusammenbringt; die Masse wird auf der Oberfläche hart und nimmt ein glänzendes Aussehn an. Bei zu schneller Umwandelung ist aber die Verkieselung nur oberflächlich, und einige Tage der Luft ausgesetzt, erhält die kieselhaltige Schicht Sprünge und löst sich lehr leicht ab. Um Gyps zu verkieseln, ist es daher nothwendig, mit schwachen Lösungen zu operiren und den Gyps durch dazwischen gebrachte Körper wie Kreide, Talkerde, feinen Sand u. s. w. poröser zu machen, oder besser noch den Gyps mit dem flüssigen Silicat anzurühren und dann die Verkieselung durch Eintauchen zu vervollständigen.

Der Alaun.

Alaun. Allgemeines. Unter Alaun versteht man in der chemischen Sprache ein Doppelsalz, bestehend aus zwei schwefelsauren Salzen, welchem die Formel

$$RO, SO_3 + R_2O_3, 3\ SO_3 + 24\ HO$$

zukommt. RO kann sein: Kali, Natron oder Ammoniak; R_2O_3 Thonerde, Chromoxyd, Eisenoxyd und Manganoxyd. Da die die Formel RO und R_2O_3 bildenden Körper isomorph sind, so versteht es sich von selbst, daß RO entweder aus Kali, Natron oder Ammoniak, R_2O_3 entweder aus Thonerde oder Chromoxyd oder Eisenoxyd oder Manganoxyd, oder aus sämmtlichen isomorphen Körpern gebildet sein können. Die Krystallform des Alauns ist das Octaeder. Technische Anwendung findet diejenige Varietät des Alauns, in welcher R_2O_3 aus Thonerde, RO aus Kali oder Ammoniak besteht. Man unterscheidet deßhalb Kalialaun oder Ammoniakalaun.

Natürlicher Alaun. Das, was die Alten unter Alaun (Alumen) verstanden, war nicht Alaun, sondern höchst wahrscheinlich schwefelsaures Eisenoxyd, das zur Bereitung einer schwarzen Farbe gebraucht wurde. Der in der Natur vorkommende Alaun findet sich nicht selten als Ausblühung auf dem Alaunschiefer, einem mit Schwefelkies und Bitumen gemengten Thonschiefer, seltener in ausgebildeten Krystallen, als vielmehr als Federalaun von haarförmiger Textur vor. Häufig erzeugt sich der Alaun bei brennenden Steinkohlenflötzen, so zu Duttweiler; eben so bildet er sich häufig in den Spalten der Lava in der Nachbarschaft noch thätiger Vulkane, so am Vesuv, auf Stromboli, in Sicilien (in der Alaungrotte am Vorgebirge von Messina), in der Auvergne u. s. w. In der Nähe der Vulkane entsteht der Alaun, indem die durch den verbrennenden Schwefel erzeugte schweflige Säure bei Gegenwart von Feuchtigkeit in Schwefelsäure übergeht, welche auf die in den Laven enthaltene Thonerde und Kali einwirkt. In Sicilien gewinnt man den Alaun durch Auslaugen des alaunhaltigen Bodens und Abdampfen der Alaunlösung in bleiernen Pfannen. Dieser natürliche Alaun ist aber bei Weitem für den großen Verbrauch nicht ausreichend, und die größte Menge des Alauns wird künstlich dargestellt.

Kalialaun. Eigenschaften desselben. Der Kalialaun ($KO, SO_3 + Al_2O_3, 3\ SO_3 + 24\ HO$) besteht in 100 Theilen aus:

Kali	10,82
Thonerde . . .	9,94
Schwefelsäure .	33,77
Wasser . . .	45,47

krystallisirt sehr leicht in regelmäßigen Octaedern, löst sich in 18 Th. kaltem Wasser und 3/4 Th. siedendem, schmeckt süßlich zusammenziehend, verliert beim Erhitzen sein Krystallwasser und verwandelt sich in eine weiße, poröse Masse, den gebrannten Alaun, der sich nur schwierig in Wasser löst und in der Chirurgie als Aetzmittel Anwendung findet. In der Rothglühhitze wird der Alaun in Thonerde, schwefelsaures Kali, schweflige Säure und Sauerstoff zerlegt. Seine übrigen Eigenschaften, durch welche er in den Künsten und Gewerben Anwendung findet, siehe am Ende des Artikels.

Darstellung des Alauns. Man erhält Alaun, indem man ein lösliches Kalisalz mit schwefelsaurer Thonerde mengt; letztere aber kann man vortheilhaft erhalten, wenn man schweflige Säure bei Gegenwart von Luft und Wasser auf Thon einwirken läßt; oder Thon (kieselsaure Thonerde) mit englischer Schwefelsäure digerirt. Zu diesem Zwecke glüht man Thon, der so viel als möglich von kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk frei sein muß, in einem Flammenofen, um das Eisen, das darin enthalten ist, in Oxyd zu verwandeln. Indem dabei das Wasser ausgetrieben wird, ist der gebrannte Thon als poröse Masse fähig, Schwefelsäure durch Capillarität aufzunehmen. Der gepulverte Thon wird mit Schwefelsäure (100 Th. Thon auf 40 Th. Schwefelsäure) zusammengebracht und die Masse erwärmt. Nach Verlauf von zwei Tagen wird die Masse mit Wasser verdünnt und die Lösung von neutraler schwefelsaurer Thonerde, die sich schon in der Natur als Davyt findet, mit neutralem schwefelsauren Kali versetzt. Zu Linz am Rhein leitet man die beim Rösten von Zinkblende erzeugte schweflige Säure auf Kupferschiefer, und gewinnt dadurch schwefelsaure Thonerde, die man auslaugt, und nach dem Entfernen aller fremdartigen Bestandtheile mit einem Kalisalze mengt. Die Alaunerde (Alaunerz), die häufig zur Darstellung des Alauns dient, ist ein von bituminöser Kohle und sehr fein zertheiltem Schwefelkies durchdrungener, leicht zerreiblicher, magerer Thon, der sich im tertiären Gebirge in Lagern, abwechselnd mit Braunkohle oder von dieser eingeschlossen findet.

Aus der Alaunerde. Die Gewinnung des Alauns aus der Alaunerde geht auf folgende Weise vor sich. Man schüttet die Alaunerde in Gruben, die mit Thon ausgefüttert sind, auf Haufen, und läßt dieselbe an der Luft ver-

wittern. Die Zersetzung der Erde befördert man durch öfteres Umrühren; vollständig findet sie selten vor Ablauf eines Jahres statt. Nach beendigter Zersetzung bringt man die verwitterte Alaunerde in die Auslaugekästen, welche denen ähnlich sind, welche bei der Sodafabrikation S. 36 beschrieben wurden, und laugt mit Wasser aus. Die ausgelaugte Erde wird von Neuem auf Haufen geschüttet und der Luft ausgesetzt. Die erhaltene Lauge wird zuerst in hölzerne Reservoirs und aus diesen in die Abdampfpfannen geleitet, in welchen die Lauge bis zu 1,40 spec. Gewichte abgedampft wird. Zu der heißen Lösung setzt man, je nachdem man Kali- oder Ammoniakalaun erzeugen will, ein Aequivalent schwefelsaures Kali oder schwefelsaures Ammoniak oder Chlorkalium, das man als Nebenproduct bei der Seifensiederei oder aus der Mutterlauge der Salinen erhält. Die Lösung des Alkalisalzes wird **Fluß** genannt. Die heiße Alaunlösung wird in den sogenannten **Schlammkasten** geleitet, in welchem sich basisch schwefelsaures Eisenoxyd absetzt. Aus dem Schlammkasten fließt die bis auf 40° concentrirte Lösung in den **Schüttel-** oder **Mehlkasten**, in welchem sich unter fortwährendem Umrühren der Alaun in kleinen Krystallen als **Alaunmehl** absondert. Das Alaunmehl wird von der Mutterlauge getrennt, mit kaltem Wasser gewaschen, in siedendem gelöst und die Lösung in großen Fässern krystallisiren gelassen. Nachdem die Mutterlauge von den Krystallen abgegossen worden ist, nimmt man die Fässer auseinander, so daß man die Alaunkrystalle in Form eines großen Fasses erhält. — Die Theorie der Gewinnung des Alauns aus der Alaunerde ist folgende. Der durch die Kohle und den Thon fein zertheilte Schwefelkies (FeS_2) oxydirt sich an der Luft schnell zu Eisenvitriol und freier Schwefelsäure, welche letztere auf die Thonerde einwirkt und schwefelsaure Thonerde bildet. Der Eisenvitriol oxydirt sich zum größten Theile zu basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, das theils ungelöst zurückbleibt, theils sich in dem Schlammkasten als Vitriolschmand absetzt. Das unzersetzt gebliebene schwefelsaure Eisenoxydul befindet sich in der über dem Alaunmehl stehenden Mutterlauge, die deshalb auch häufig auf Eisenvitriol verarbeitet wird.

Darstellung des Alauns aus Alaunschiefer. Der **Alaunschiefer** ist in seiner Zusammensetzung der Alaunerde ähnlich; er ist von Schwefelkies durchdrungener, von Kohle stark gefärbter Thonschiefer. Man stellt daraus den Alaun dar, indem man den Alaunschiefer röstet, bis sich schweflige Säure zu entwickeln beginnt, die geröstete Masse mit Wasser auslaugt und die Lösung wie oben

behandelt. Wenn das Rösten des Alaunschiefers mittelst Holz geschah, so erzeugt das Kali der Asche schwefelsaures Kali und folglich Kalialaun. Wurde anstatt des Holzes Steinkohle als Brennmaterial angewendet, so bildet sich durch das beim Verbrennen der Steinkohlen entstehende Ammoniak, Ammoniakalaun.

Aus Alunit. Der Alunit oder Alaunstein besteht aus basisch schwefelsaurer Kali-Thonerde und Thonerdehydrat ($2\,KO, SO_3 + 2\,Al_2\,O_3, SO_3 + 5\,Al_2\,O_3, 3\,HO$), er findet sich nicht selten in den Drusenräumen des Alaunfels, einer seltenen Steinart, die durch die Zersetzung trachytischer Gesteine durch schweflige Säure entstanden ist. Vauquelin fand in dem Alaunfels von Tolfa 25 Th. Schwefelsäure, 43,9 Th. Thonerde, 3,1 Th. Kali, 4,0 Th. Wasser und 24 Th. Kieselerde. Man benutzt den Alunit und den Alaunfels, indem man dieselben röstet und die geröstete Masse mit Wasser auszieht. Römischer Alaun. Zu Tolfa in dem römischen Staate wird der Alaunfels durch Tagebau befördert und der durch seine Reinheit ausgezeichnete römische Alaun gewonnen. Giovanni de Castro, ein Genueser, welcher 1458 die Alaunwerke zu Tolfa anlegte, hatte die Alaunfabrikation in der syrischen Stadt Rocca, dem heutigen Edessa, gelernt, daher der Name Alaun von Rocca (Alun de roche) für den römischen Alaun. Der römische Alaun hat die Eigenthümlichkeit, beim Erkalten seiner Lösung erst in Octaedern und dann in Würfeln zu krystallisiren; man nennt ihn deshalb auch kubischen Alaun. Wenn man kubischen Alaun in Wasser löst und die Lösung bis 100° erhitzt, so setzt sich basisch schwefelsaures Thonerde-Kali (Alaun aluminé) ab, und die darüber stehende Flüssigkeit giebt beim Abdampfen octaedrischen Alaun. Läßt man aber die Flüssigkeit über dem Niederschlag stehen, so löst sich der letztere beim Erkalten wieder auf und die Lösung giebt beim Krystallisiren wieder kubischen Alaun. Erinnert man sich der Fabrikation des römischen Alauns, bei welcher der Alaun beim Ausziehen des gerösteten Alaunfels, mit überschüssiger Thonerde zusammenkommt, so ist es einleuchtend, daß man gewöhnlichen Alaun in kubischen umwandeln kann, wenn man die Lösung des ersteren mit Thonerdehydrat digerirt und die Lösung nur bis auf 40° erwärmt. Die fleischrothe Farbe des römischen Alauns rührt von etwas Eisenoxyd her. Neutraler Alaun. Wenn man anstatt die saure Reaction des Alauns durch Thonerdehydrat wegzunehmen, dem Alaun Thonerde durch Zusatz von kohlensaurem Kali oder Natron entzieht, so erhält man eine Lösung, die unter dem Namen

der des neutralen Alauns bekannt ist. Nach Turner in Newcastle stellt man Alaun aus Feldspath dar, indem man gepulverten Feldspath mit neutralem schwefelsaurem Kali zusammenschmilzt, wodurch, wenn die Schwefelsäure durch einen Theil der Kieselerde des Feldspaths ausgetrieben worden ist, eine Masse entsteht, welche mit Wasser behandelt eine Auflösung von Wasserglas liefert und ein Silicat von Thonerde und Kali zurückläßt, das durch Schwefelsäure in Alaun und Kieselerde zersetzt wird. Die Auflösung des Wasserglases wird durch Filtration durch Aetzkalk in Aetzkalk und kieselsauren Kalk verwandelt.

Darstellung des Alauns aus Feldspath.

Ammoniakalaun.

Der Ammoniakalaun ($NH_4O, SO_3 + Al_2O_3, 3 SO_3 + 24 HO$) kommt in der Natur fertig gebildet in einem Braunkohlenlager bei Tschermig in Böhmen vor. Wegen des hohen Preises des Kalis und der überhand nehmenden billigen Darstellung von Ammoniaksalzen ist es wahrscheinlich, daß der Ammoniakalaun bald den Kalialaun gänzlich verdrängt haben wird. In Folge des kleineren Atomgewichtes des Ammoniaks und des daraus folgenden größeren Thonerdegehaltes ist der Ammoniakalaun auch dem Kalialaun vorzuziehen. Der Ammoniakalaun besteht in 100 Theilen aus:

Ammoniak . .	3,89
Thonerde . . .	11,90
Schwefelsäure . .	36,10
Wasser . . .	48,11

Beim Erhitzen des Ammoniakalauns entweicht schwefelsaures Ammoniak, Wasser und Schwefelsäure, während reine Thonerde zurückbleibt.

Natronalaun.

Der Natronalaun würde jedenfalls wegen des niedrigen Preises des schwefelsauren Natrons vortheilhaft anzuwenden sein, wenn nicht seine große Löslichkeit (1 Th. löst sich in 2,1 Th. kaltem Wasser) die Ausscheidung aus unreinen Mutterlaugen verhinderte. Er besteht in 100 Theilen aus:

Natron	6,8
Thonerde . . .	11,2
Schwefelsäure . .	34,9
Wasser	47,1

Anwendung des Alauns.

Da fast immer bei der Anwendung des Alauns nur die Thonerde in Betracht kommt, so möchte es gerathener sein, sogleich schwefel-

saure Thonerde anzuwenden, wenn nicht die in letzterer unvermeidliche freie Säure, die 4 — 6 Proc. beträgt, und die unzuverlässige Zusammensetzung, der Anwendung Hindernisse entgegensetzten. Zu gewissen Zwecken, wie zum Alaunen des Papiers, giebt man indeß der schwefelsauren Thonerde den Vorzug. Der Alaun findet hauptsächlich Anwendung in der Färberei und Druckerei, in der Weißgerberei und als Klärungsmittel. Die Anwendung des Alauns in der Färberei und Druckerei gründet sich darauf, daß die Thonerde die Verbindung des Farbstoffes mit der Faser des Zeuges vermittelt; die Thonerde hat als Hydrat die Eigenschaft, Farbstoffe an sich zu ziehen und mit denselben Verbindungen einzugehen; darauf beruht die Anwendung des Alauns zur Darstellung der Lackfarben. Der Alaun dient ferner beim Ausschmelzen des Talges als Läuterungsmittel, zum Härten des Gypses und zur Darstellung der essigsauren Thonerde, die man erhält, indem man Alaun mit so viel kohlensaurem Kalk versetzt, bis Thonerde sich anfängt auszuscheiden, und dann die Auflösung mit essigsaurem Bleioxyd fällt. Die essigsaure Thonerde findet eben so wie der Alaun und die weinsaure Thonerde in der Färberei als Beizmittel Anwendung; letztere erhält man in Auflösung, indem man 1 Th. Weinstein und 4 Th. Alaun in Wasser löst; diese Verbindung findet sich schon in der Natur im Lycopodium complanatum. Der Alaun dient ferner als Klärungsmittel vieler Flüssigkeiten, z. B. schlammigen Trinkwassers, im letzteren Falle werden, indem der Alaun aus dem Schlamm Thonerde aufnimmt und in unlöslichen Alaun übergeht, die in dem Wasser suspendirten Unreinigkeiten von dem niederfallenden Alaun eingehüllt, und die Flüssigkeit wird dadurch geklärt.

Käufliche schwefelsaure Thonerde. Die käufliche schwefelsaure Thonerde (löslicher Alaun) findet sich im Handel in Form zolldicker, weißer, viereckiger, fast durchscheinender Platten ohne Spur von Krystallisation, welche gewöhnlich vollkommen eisenfrei sind. Man erhält sie durch Behandeln des Thons mit Schwefelsäure; die abgedampfte und wieder gelöste Masse wird durch Mutterlauge der Blutlaugensalzfabriken vom Eisen befreit. Wildenstein fand indeß in einer käuflichen schwefelsauren Thonerde, welche als eine weiße, aus kleinen undeutlichen Krystallgruppen bestehende Masse erschien, über 11 Proc. Eisenvitriol.

Eisenvitriol.

Eisenvitriol.

Der Eisenvitriol (grüner Vitriol, Kupferwasser) oder das schwefelsaure Eisenoxydul (FeO, SO_3) kommt mit sieben Aequivalenten Wasser verbunden in grünlich blauen Krystallen im Handel vor, die einen zusammenziehenden, tintenartigen Geschmack besitzen, an der Luft leicht verwittern und sich dabei mit einem gelben Pulver — basisch schwefelsaurem Eisenoxyd — überziehen, zu welchem zuletzt die Krystalle gänzlich zerfallen. 100 Theile Eisenvitriol (im chemisch reinen Zustande) bestehen aus:

26,10 Th. Eisenoxydul,
29,90 Th. Schwefelsäure,
44,00 Th. Wasser.

Darstellung des Eisenvitriols neben der Alaunfabrikation.

Da die Substanzen, welche zur Alaunfabrikation angewendet werden, stets Schwefelkies (FeS_2) enthalten, welcher durch Verwittern und Rösten in schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenoxyd übergeht, so erhält man den Eisenvitriol sehr häufig als Nebenproduct bei der Alaunfabrikation, indem man die eisenhaltigen Mutterlaugen abdampft und krystallisiren läßt. In einigen Gegenden, wie zu Goslar am Harz, gewinnt man zuerst durch Abdampfen der Flüssigkeit, die man durch Auslaugen der verwitterten Kiese erhalten hat, Eisenvitriol, und setzt zu der zurückgebliebenen Lösung eine Kali- oder Ammoniakverbindung, um daraus Alaun zu gewinnen. — Aus Stein- und Braunkohlenlagern, in denen sich häufig Schwefelkies und Magnetkies in großer Menge findet, die sich leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure oxydiren, gewinnt man den Eisenvitriol, indem man in eine mit Lehm wasserdicht gemachte Grube das Erz ausbreitet und dort jahrelang liegen läßt. Die Grube ist nach der einen Seite zu geneigt, auf dieser Seite befindet sich ein ebenfalls wasserdichter Behälter. Wenn es auf diese Haufen (Bühnen) regnet, so löst das Wasser den entstandenen Eisenvitriol auf und fließt in den Behälter, in welchem sich Eisenabfälle befinden, um das Eisenoxyd in Oxydul umzuwandeln und die freie Schwefelsäure abzustumpfen. Aus diesem Behälter pumpt man die Lösung in die Abdampfpfannen, in welchen sie zur Krystallisation abgedampft wird. In Gegenden,

Darstellung des Alauns auf Bühnen.

Aus abdestillirtem Schwefelkies. in welchen vortheilhaft aus dem Schwefelkies Schwefel destillirt werden kann, benutzt man den abdestillirten Schwefelkies durch Verwitternlassen und Auslaugen auf Eisenvitriol.

Aus Eisen und Schwefelsäure. Aus den zur Eisenvitriolfabrikation verwendeten Erzen gehen natürlicherweise mancherlei fremde Bestandtheile in den Eisenvitriol über, die denselben verunreinigen. Um reinen Eisenvitriol darzustellen, muß man daher Eisen mit verdünnter Schwefelsäure behandeln ($Fe + SO_3 + 8\ HO = (FeO, SO_3) + 7\ HO + H$), die Flüssigkeit verdampfen und krystallisiren lassen.

Traubenvitriol. Die im Großen erhaltene Eisenvitriollösung wird in die Krystallisirgefäße gegossen, in welche man gewöhnlich Holzstäbe oder Strohhalme gestellt hat. Die an den Stäben sich absetzenden Krystalle bilden den sogenannten Traubenvitriol. Die am Boden und an den Wandungen befindlichen Krystalle, die Tafeln, sind minder schön krystallisirt.

Durch verschiedene Metallsalze verunreinigt, existirt im Handel eine fast dunkelbraune Art von Eisenvitriol, der sogenannte Schwarzvitriol, der Schwarzvitriol. aber auch zuweilen auf den Hütten angefertigt wird, indem man grünen Eisenvitriol durch einen Aufguß von Erlenblättern oder Galläpfeln schwarz färbt.

Anwendung des Eisenvitriols. Der Eisenvitriol wird hauptsächlich in der Färberei zum Schwarzfärben angewendet, indem das Oxydul des Eisenvitriols sich zu Oxyd oxydirt, und in diesem Zustande durch die in den Galläpfeln, der Eichenrinde, dem Quercitron, dem Gelbholz, dem Fustikholz u. s. w. enthaltene Gerbsäure (das Tannin) in gerbsaures Eisenoxyd verwandelt wird; er wird ferner angewendet zur Bereitung der Tinte, zum Desoxydiren des Indigs, zum Reinigen des Leuchtgases, zum Desinficiren der Kloaken, zum Fällen des Goldes aus seinen Lösungen ($Au\,O_3 + 6\ FeO, SO_3 = 3\ Fe_2\,O_3 + 6\ SO_3 + Au$); zur Darstellung des Berliner Blaues und der wasserfreien und Nordhäuser Schwefelsäure.

Ultramarin.

Ultramarin. Das Ultramarin ist die bekannte schöne blaue Farbe, die man früher aus dem Lasurstein oder Lapis Lazuli darstellte, jetzt aber künstlich in großer Menge erhält. Der Lasurstein findet sich in schön

Natürliches. blauen Massen von 2,75 — 2,95 spec. Gewichte. Aus diesem Steine stellte man ehedem das Ultramarin dar, indem man die wenigen guten Stücken gröblich pulverte, glühte, in Wasser abschreckte und das erhaltene feine Pulver mit verdünnter Essigsäure digerirte, um den mit dem Lasurstein gemengten kohlensauren Kalk aufzulösen. Darauf wurde der Lasurstein auf dem Reibstein fein gerieben, mit einem gleichen Gewichte eines Gemenges von Harz, Wachs, Leinöl und Burgunderpech gemischt. Diesen Teig knetet man nun unter Wasser so lange, als dasselbe noch blau gefärbt wird; aus dem Wasser setzt sich das Ultramarin als feines Pulver ab. Auf diese Weise erhält man ungefähr 2—3 Proc. Ultramarin. Durch die chemische Analyse des Lasursteins gelangte man zur genauen Kenntniß der Zusammensetzung desselben, welche nach vielen fruchtlosen Versuchen zur Darstellung des künstlichen Ultramarins führte, das dem natürlichen an Güte und Schönheit der Farbe nichts nachgiebt und sowohl das natürliche, als auch andere blaue Farben, wie z. B. die Smalte, in den meisten Fällen ersetzen kann. Der Lasurstein besteht in 100 Theilen aus 45,40 Th. Kieselerde, 31,67 Th. Thonerde, 9,09 Th. Natron, 5,89 Th. Schwefelsäure, 0,95 Th. Schwefel, 3,52 Th. Kalk, 0,86 Th. Eisen, 0,42 Th. Chlor, und 0,12 Th. Wasser.

Künstliches Ultramarin. Das künstliche Ultramarin wurde von Guimet entdeckt und durch die Methode von Robiquet, Gmelin, Brunner, Prückner und Leykauf verbessert. Nach Gmelin werden gleiche Theile lösliche Kieselerde, Thonerde und Schwefel mit so viel Natronlauge behandelt, als zur Lösung erforderlich ist. Die Lösung wird zur Trockne abgedampft, die trockne Masse rasch bis zum Glühen erhitzt und eine Stunde lang im Glühen erhalten. Durch Rösten wird die anfänglich blaugraue Masse lasurblau. Nach Robiquet werden 2 Th. Kaolin, 3 Th. trocknes kohlensaures Natron und 3 Th. Schwefel in einer irdenen Retorte so lange erhitzt, bis sich keine Dämpfe mehr entwickeln; der Inhalt der Retorte wird mit Wasser ausgelaugt und der Rückstand bis zur Verjagung alles Schwefels erhitzt. Nach Brunner werden 70 Th. Quarzsand, 240 Th. gebrannter Alaun, 48 Th. Holzkohlenpulver, 144 Th. Schwefelblumen und 240 Th. trocknes kohlensaures Natron zu dem feinsten Pulver gemischt, das Gemenge in einem Tiegel bis zum Rothglühen erhitzt und $1^1/_2$ Stunden in dieser Temperatur erhalten. Die erhaltene trockene, röthlichgelbe, theils auch grünliche Masse wird mit Wasser ausge-

waschen, das zurückbleibende aschgraue Pulver mit einem gleichen Gewicht Schwefel und $1^1/_2$ Gewichtstheilen trockenem kohlensauren Natron gemischt, geglüht und abermals mit Wasser behandelt. Nach einer abermaligen gleichen Behandlung wird das Pulver auf einer Porcellanschale erhitzt und mit Schwefel bestreut, wodurch es eine dunkelblaue Farbe annimmt. Die lasurblaue Farbe wird dem Pulver ertheilt, indem man auf einer Gußeisenplatte eine etwa liniendicke Schwefelschicht ausbreitet, mit einer eben so dicken Schicht des Pulvers bedeckt und die Platte bis zum Entzünden des Schwefels erhitzt. Diese Operation wird wiederholt, bis das Ultramarin die reinste Farbe angenommen hat. 742 Th. der ursprünglichen Masse liefern ungefähr 160 Th. gutes Ultramarin. Nach einer anderen Vorschrift löst man Einfach-Schwefelnatrium, durch Glühen von Glaubersalz mit Holzkohle erhalten ($NaO, SO_3 + 4\,C = NaS + 3\,CO$) in Wasser, sättigt die Lösung mit Schwefel, um Fünffach-Schwefelnatrium (NaS_5) zu bilden und setzt zu derselben (von 1,2 spec. Gewicht) 0,5 Proc. Eisenvitriol und 25 Proc. geschlämmten Thon, dampft zur Trockne ab und glüht die gepulverte Masse unter Luftzutritt ungefähr eine Stunde lang in Thonmuffeln. Nach dem Erkalten wird dieselbe mit Wasser ausgezogen, der unlösliche grünlichblaue Rückstand getrocknet und in kleinen Thonmuffeln $^1/_2$ — $^3/_4$ Stunde lang in beginnender Rothglühhitze geröstet, bis die blaue Farbe eingetreten ist. Das fertige Ultramarin wird fein gerieben und geschlämmt.

Zusammensetzung des künstlichen Ultramarins.

Ultramarin (Nr. 1) aus der k. Porcellanmanufactur in Meißen gab mir bei der Analyse folgende Resultate:

Thonerde . . .	25,62
Eisenoxyd . . .	0,53
Natron . . .	21,65
Kalk	0,17
Schwefel . . .	7,24
Kieselerde . . .	44,7
Schwefelsäure .	3,62
	103,53
minus	3,62 Sauerstoff
	99,91

Nach dieser Analyse ist das Ultramarin ein Doppelsalz, bestehend aus kieselsaurem Salz und schwefelsaurem Salz, wie es z. B. im Hauyn,

Nosean, Ittnerit, Skolopsit u. s. w. vorkommt, in welchem aber das an das Natrium gebundene Aequivalent Sauerstoff durch ein Aequivalent Schwefel ersetzt ist.

Dieser Annahme stellt sich aber der Umstand entgegen, daß das Ultramarin mit Salzsäure übergossen, Schwefelwasserstoff entwickelt und sich in dem zurückbleibenden Pulver freier Schwefel findet, der durch Schwefelkohlenstoff ausgezogen werden kann — was auf das Vorhandensein eines Polysulfuretes deutet. Aus Allem, was man bis jetzt über das Ultramarin weiß, geht hervor, daß das Eisen darin keineswegs unwesentlich ist, sondern daß jedenfalls die blaue Färbung durch die Gegenwart eines Sulfosalzes, bestehend aus Schwefelnatrium und der Schwefelungsstufe des Eisens, die der Eisensäure entspricht, bedingt sei.

Anwendung des Ultramarins.

Das Ultramarin wird als Anstrichfarbe, so wie zum Bläuen des Papiers benutzt. Bei seiner Anwendung ist der Umstand zu berücksichtigen, daß es durch Säuren, selbst durch Essig schon, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas entfärbt wird.

Grünes, gelbes, schwarzes Ultramarin.

In der neueren Zeit trifft man grüne, gelbe und schwarze Farbe im Handel, die uneigentlich Ultramarine genannt werden. Die grüne Farbe ist entweder unvollkommenes blaues Ultramarin, oder eine Verbindung von Zinkoxyd mit Kobaltoxydul (Rinmann's Grün); die schwarze Farbe eine fein zertheilte Kohle; das gelbe Ultramarin (Gelbin genannt) chromsaurer Baryt.

Der Thon und dessen Verarbeitung.

Thon und dessen Verarbeitung.

Der Feldspath ist ohne Zweifel die wichtigste Thonerdeverbindung, die wir in der Natur antreffen. Er ist ein Doppelsalz, dessen Formel folgendermaßen ausgedrückt wird:

$$RO, Si\,O_3 + R_2\,O_3, 3\,Si\,O_3.$$

Feldspath.

In dieser Formel repräsentirt das Glied RO hauptsächlich Kali oder Natron, das Glied $R_2\,O_3$ hingegen fast ausschließlich Thonerde. Die Zusammensetzung ist der des Alauns vollkommen analog, nur finden wir bei dem Feldspath den Schwefel durch Silicium ersetzt. Die Feldspatharten bilden ein wichtiges Glied der Gebirge und treten als wesentliche Gemengtheile der gneus- und glimmerschieferartigen, granitischen und

porphyrartigen Gesteine auf. Aus Feldspath, Glimmer und Quarz besteht fast allein die Schicht des Urgebirges, welche unsern Erdkörper umgiebt. Der Kalifeldspath führt den Namen **Orthoklas**; ist das Kali durch Natron vertreten, so heißt der Feldspath **Albit**. In dem **Stilbit** ist das Kali durch Kalk ersetzt. Indem der in dem Boden enthaltene Feldspath unter dem Einflusse der Atmosphäre verwittert, wird kieselsaures Kali frei, das von den Pflanzen aufgesogen wird und als die Quelle alles Kalis anzusehen ist. Die zurückbleibende kieselsaure Thonerde bildet den sogenannten

Thon. **Thon**, dessen wesentlichster Bestandtheil kieselsaure Thonerde ist. Der am Orte seiner Entstehung lagernde Thon giebt, mit Wasser angerührt, nur eine sehr wenig plastische Masse; man nennt diese Thonart

Kaolin oder Porcellanerde. **Kaolin oder Porcellanerde**, sie findet sich häufig in Trümmern des Urgebirges, mit Quarz und auch mit Glimmer und desgl. gemengt, was ihre Bildung aus dem Feldspath eines Granits, eines Porphyrs u. s. w. anzeigt. Wenn diese Thonart durch Ueberschwemmungen fortgerissen und wieder abgelagert wird, so bildet sich der eigentliche oder

Plastischer Thon. **plastische Thon**, welcher mit Wasser die bekannte knetbare Masse bildet. Nach **Forchhammer** wird bei der Entstehung von Porcellanerde durch Verwitterung aus drei Aequivalenten Feldspath, eine kieselsaure Kaliverbindung von der Formel $3\,KO,\ 8\,Si\,O_3$ ausgewaschen, während Porcellanerde $3\,Al_2\,O_3,\ 4\,Si\,O_3$ zurückbleibt; denn:

$$\begin{array}{rl} \text{3 Aeq. Feldspath} = & 3\,(KO,\ Si\,O_3 + Al_2\,O_3,\ 3\,Si\,O_3) \\ \text{minus} & 3\,KO,\ 8\,Si\,O_3 \\ \hline \text{ist Porcellanerde} = & 3\,Al_2\,O_3 + 4\,Si\,O_3. \end{array}$$

Kaolin kommt vor zu Morl bei Halle, Aue bei Schneeberg, Yrieux bei Limoges, St. Austle in Cornwall. Die Resultate der Analyse verschiedener Kaoline waren:

Fundort:	Aue.	Passau.	Morl.	Yrieux.
Kieselsäure	44,29	43,65	46,80	46,8
Thonerde	37,57	35,93	36,83	37,3
Kohlensaurer Kalk . . .	0,30	0,88	0,55	—
Eisenoxyd	—	1,00	3,11	—
Kali	—	—	0,27	2,5
Wasser	13,02	18,50	12,44	13,0
Rückstand	5,12	—	—	—
	100,00	99,96	100,00	99,6

Außer der Porcellanerde und dem plastischen Thon sind noch als Varietäten zu erwähnen: der feuerfeste Thon, die Walkererde, der Töpferthon, der Thonmergel und der Lehm. Der feuerfeste Thon ist weiß oder gefärbt, nach dem Brennen weiß, grau, röthlich oder gelblich, sehr plastisch und unschmelzbar. In Bezug auf die Anwendung führen die hierher gehörigen Thone die Namen: Porcellanthon, Kapselthon, Pfeifen-

Walkererde. thon. Die Walkererde ist eine weiche zerreibliche Masse und rührt von Diorit und Dioritschiefer her. In Wasser zerfällt sie zu einem zarten Pulver und bildet einen nicht plastischen Brei. Auf der Eigenschaft der Walkererde, sich in Wasser fein und schnell zu zertheilen und in diesem Zustande Fett zu absorbiren, beruht die Anwendung derselben zum Fleckausmachen, zum Walken der Tuche u. s. w. Der Töpferthon ähnelt

Töpferthon. dem plastischen Thon, behält aber, seines bedeutenden Eisengehaltes wegen, nach dem Brennen auch eine röthliche und gelbe Farbe bei. Einige Arten des Töpferthons enthalten kohlensauren Kalk schon in beträchtlicher Menge und bilden den Uebergang zum Thonmergel. Je nachdem der Thon an Kieselerde arm oder reich ist, unterscheidet man mageren und fetten Thon. Ist die Menge des kohlensauren Kalkes im Thon so bedeutend, daß die Eigenschaften desselben geändert werden, so entsteht der

Thonmergel. Thonmergel, der, wenn die Menge des kohlensauren Kalkes zum Thon überwiegend ist, Kalkmergel heißt. Mit Wasser bildet der Mergel eine ziemlich plastische Masse; er dient zur Fabrikation von Kapseln

Lehm. für das Frittenporcellan und in der Töpferei. Der Lehm (Ziegelthon) endlich ist ein mit Quarzsand und Eisenocker gemengter Thon, der sich bei mäßiger Temperatur zu einer schmutzig rothen Masse brennt. Er findet im gebrannten und ungebrannten Zustande vielfache Anwendung als Baumaterial.

Verarbeitung des Thones zu Thonwaaren. Die Anwendung der Thonarten zur Anfertigung der Thonwaaren beruht darauf, daß man zu denselben so viel Kali, Kalk oder Substanzen, welche diese Körper enthalten, wie Feldspath und Gyps, hinzufügt, um die Strengflüssigkeit des Thones zu vermindern, aus dieser Mischung mit Wasser einen Teig darstellt, daraus Gefäße u. s. w. dreht, formt oder modellirt, dieselben lufttrocken macht und dann in einem Ofen nach Umständen bis zum Zusammensintern oder bis zur theilweisen Schmelzung glüht. Die gebrannte Waare bleibt entweder rauh oder sie wird mit einer leicht flüssigen, glasartigen Masse, mit Glasur, überzogen.

Eintheilung der Thonwaaren.

Man kann die Thonwaare eintheilen in dichte und poröse Thonwaare. Die erstere ist so stark erhitzt worden, daß alle Theilchen aneinander getreten und halb verglast worden sind, sie ist im Bruche glasartig, durchscheinend, undurchdringlich für Wasser und giebt am Stahle Funken. Die poröse Thonwaare ist nur bis zum Zusammensintern erhitzt und enthält demnach noch viele Poren; der Bruch derselben ist erdig, die Masse ist zerreiblich, läßt im nicht glasirten Zustande Wasser durch und klebt an der Zunge. Die vorzüglichsten Arten der dichten Thonwaaren sind:

I. Feldspathporcellan,
II. Frittenporcellan,
III. Steingut,
IV. Gemeines Steinzeug.

Die der porösen Thonwaaren:

I. Fayence,
II. Töpferzeug,
III. Charmotte- und Ziegelsteine.

Feldspathporcellan.

Dichte Thonwaaren. I. Feldspathporcellan. In China scheint das Geheimniß der Porcellanfabrikation schon in den ältesten Zeiten bekannt gewesen zu sein. In Deutschland entdeckte Bötticher (starb 1719 auf der von ihm gegründeten Fabrik zu Meißen) das Porcellan im Jahre 1709; die Fabrikation desselben wurde später von Reaumur verbessert und durch die Bemühungen von Lauraguais, d'Arcet, Legay und Marquer gelang es, von 1769 an zu Sèvres bei Paris ächtes Porzellan zu fertigen. Die Fabrik zu Nymphenburg bei München wurde 1755, die zu Berlin 1751 angelegt.

Anfertigung der Porcellanmasse.

Um die Porcellanmasse anzufertigen, wird die Porcellanerde von den mit derselben gemengten kleineren oder größeren Quarzstückchen durch Schlämmen mit Wasser getrennt. Die geschlämmte Porcellanerde, wie sie in der Berliner Fabrik verarbeitet wird, besteht aus 71,42 Th. Kieselsäure, 26,07 Th. Thonerde, 1,93 Th. Eisenoxyd, 0,13 Th. Kalkerde und 0,45 Th. Kali. Damit die Porcellanmasse sich in ihrer Zusammensetzung der des verwitterten Porphyrs nähere, setzt man zu der Porcellanerde Kieselerde oder fein geschlämmten Quarz, und zwar im Allgemeinen 25 Proc. Quarz auf 100 Th. Thon. Enthält aber die Porcellanerde wie die oben genannte, nicht die zur Erzeugung eines guten Geschirres erforderlichen

Bestandtheile, so sucht man dieselbe durch Zusatz von Feldspath zu verbessern; zu diesem Behufe wird der Feldspath gepulvert, das Pulver geschlämmt und durch Versuche die zum Zusetzen erforderliche Quantität gefunden. Die Porcellanmasse von Berlin soll 74 Proc. geschlämmte Porcellanerde, 22 Proc. geschlämmten Feldspath und 4 Proc. gewöhnlichen Thon enthalten. Porcellanerden, die schon an sich Kali enthalten, wie die von Yrieux, können ohne weiteren Zusatz geschlämmt, getrocknet und verarbeitet werden. Die Zusammensetzung der Porcellanmasse von Sèvres ist in 100 Theilen 58,0 Th. Kieselerde, 34,5 Th. Thonerde, 4,5 Th. Kalkerde und 3,0 Th. Kalk. Um die gemengte Porcellanmasse knetbar zu machen, und zu verhindern, daß sich verschiedene Schichten von verschiedenen specifischem Gewichte absetzen, muß ein Theil des Wassers daraus entfernt werden. Das Austrocknen an der Luft hat sich als unpraktisch bewiesen. Die Absorption des Wassers durch Gypsdecken und Erhitzen durch erwärmte Luft ist nur für kleine Fabriken anwendbar; die beste Methode des Austrocknens besteht aber darin, die Masse in kleinen, leinenen Säcken zum Abtropfen unter die Presse zu bringen. Die teigig gewordene Masse nimmt beträchtlich an Qualität zu, wenn man sie in großen Massen jahrelang in feuchtem Zustande aufbewahrt. Die Masse erleidet dabei eine Art von Gährung, die man durch Uebergießen derselben durch Moorwasser oder Jauche beschleunigen kann; der Teig wird bei diesem Processe schwarz und entwickelt einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoffgas. Nimmt man eine Probe dieses Teiges und setzt sie der atmosphärischen Luft aus, so wird sie schnell weiß und entwickelt Kohlensäure. Durch diesen Proceß werden alle in der Masse enthaltenen organischen Substanzen zerstört und dieselbe erhält einen höheren Grad von Plasticität und Gleichförmigkeit. In China bewahrt man die Masse ein Jahrhundert lang unter Wasser auf, ehe man zur Verarbeitung schreitet.

Formen der Geschirre. Das Formen der Geschirre ist wegen der im Verhältniß zu anderen Thonmassen geringen Plasticität der Porcellanmasse mit Schwierigkeit verknüpft. Runde Geschirre dreht man auf der gewöhnlichen Töpferscheibe, aus einer eisernen, leicht drehbaren Spindel bestehend, auf welcher zwei parallele Scheiben befestigt sind, von denen die untere größer ist und durch den Fuß des Drehers in drehende Bewegung versetzt wird. Die obere Scheibe, die Drehscheibe ist kleiner und glatt und wird mit der unteren Scheibe umgedreht. Soll z. B. ein Teller angefertigt werden, so preßt der

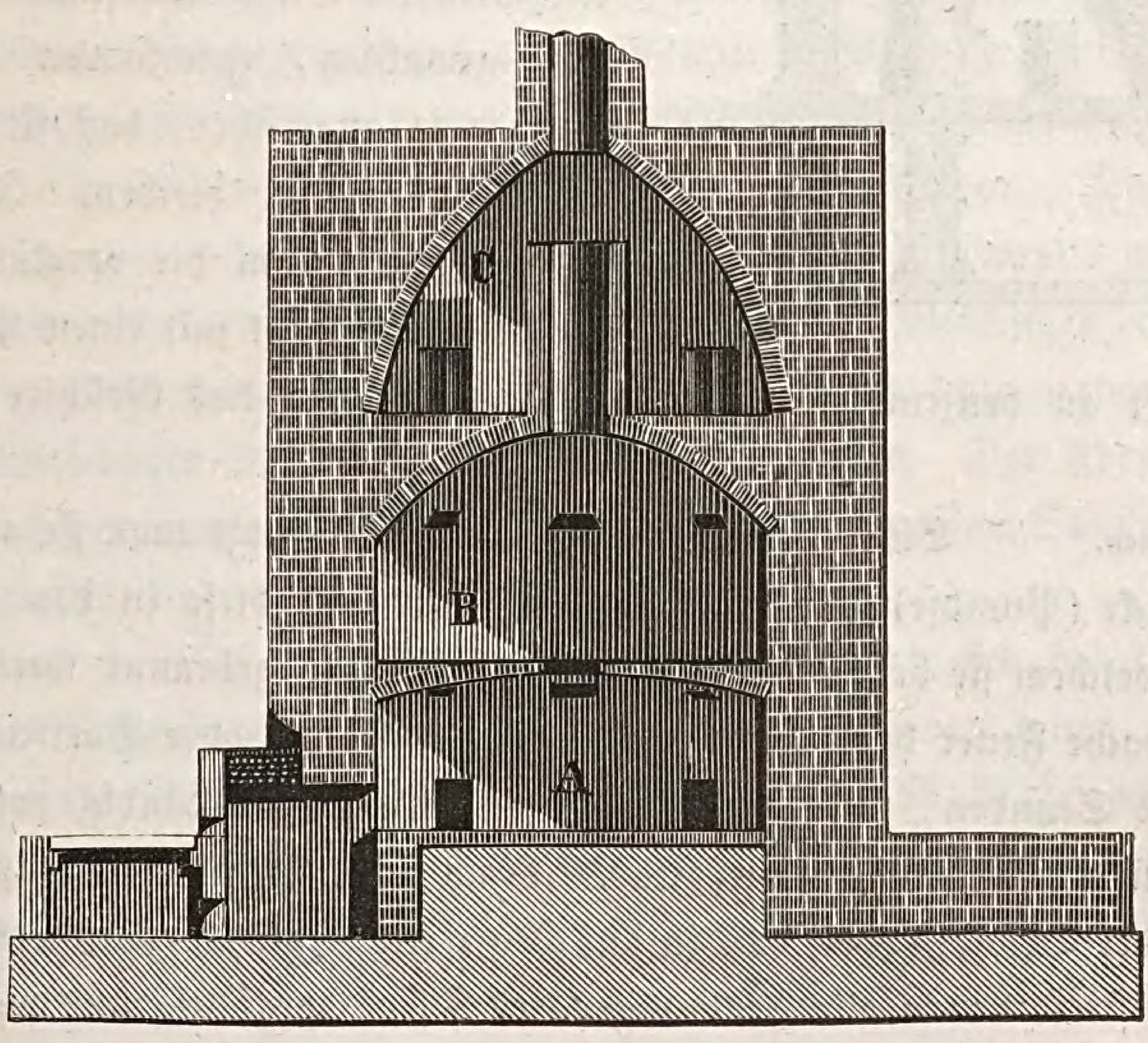
Dreher die nöthige Masse auf die in Bewegung gesetzte obere Scheibe und giebt derselben ungefähr die Form des Tellers. Der Teller wird dann lufttrocken gemacht und auf eine Form von Gyps gebracht, die auf der Scheibe fest aufliegt. Die äußere Fläche der Gypsform hat genau die Form der inneren Seite des Tellers, der darauf gepreßte Teller wird also die Form der Gypsform annehmen müssen; die äußere Fläche wird darauf mit einem Messer von Messing abgedreht. Flache Gegenstände und solche, die nicht gedreht werden können, werden dargestellt, indem der Arbeiter die Masse vermittelst eines Mangelholzes ausrollt und die Platte in die feuchte Gypsform einträgt. Henkel und Verzierungen werden, je nach ihrer Form, in oder über der Gypsform geformt. Einige Gegenstände werden auch gepreßt. Um diese Gegenstände an die fertigen Geschirre anzusetzen, bedient man sich als Bindemittel des Schlickers, einer mit Wasser dünn angerührten Porcellanmasse. Bei der Anfertigung von Gefäßen ist das Schwinden zu berücksichtigen, das für die Berliner Geschirrmasse ungefähr $^1/_7$ beträgt.

Schwinden der Gefäße.

Der Porcellanofen.

Der Porcellanofen ist ein stehender cylindrischer Etageofen, der gewöhnlich aus drei Etagen, der unteren, dem Glutofen A, der mittleren, dem Verglühofen B und dem oberen, dem Mantel C besteht.

Fig. 39.



Die Höhe des Glutofens beträgt 6 Fuß, daraus kann man aus der vorstehenden Zeichnung (Fig. 39) die übrigen Verhältnisse leicht abnehmen. Als Brennmaterial dient allgemein Holz; in England wendet man Steinkohlen an.

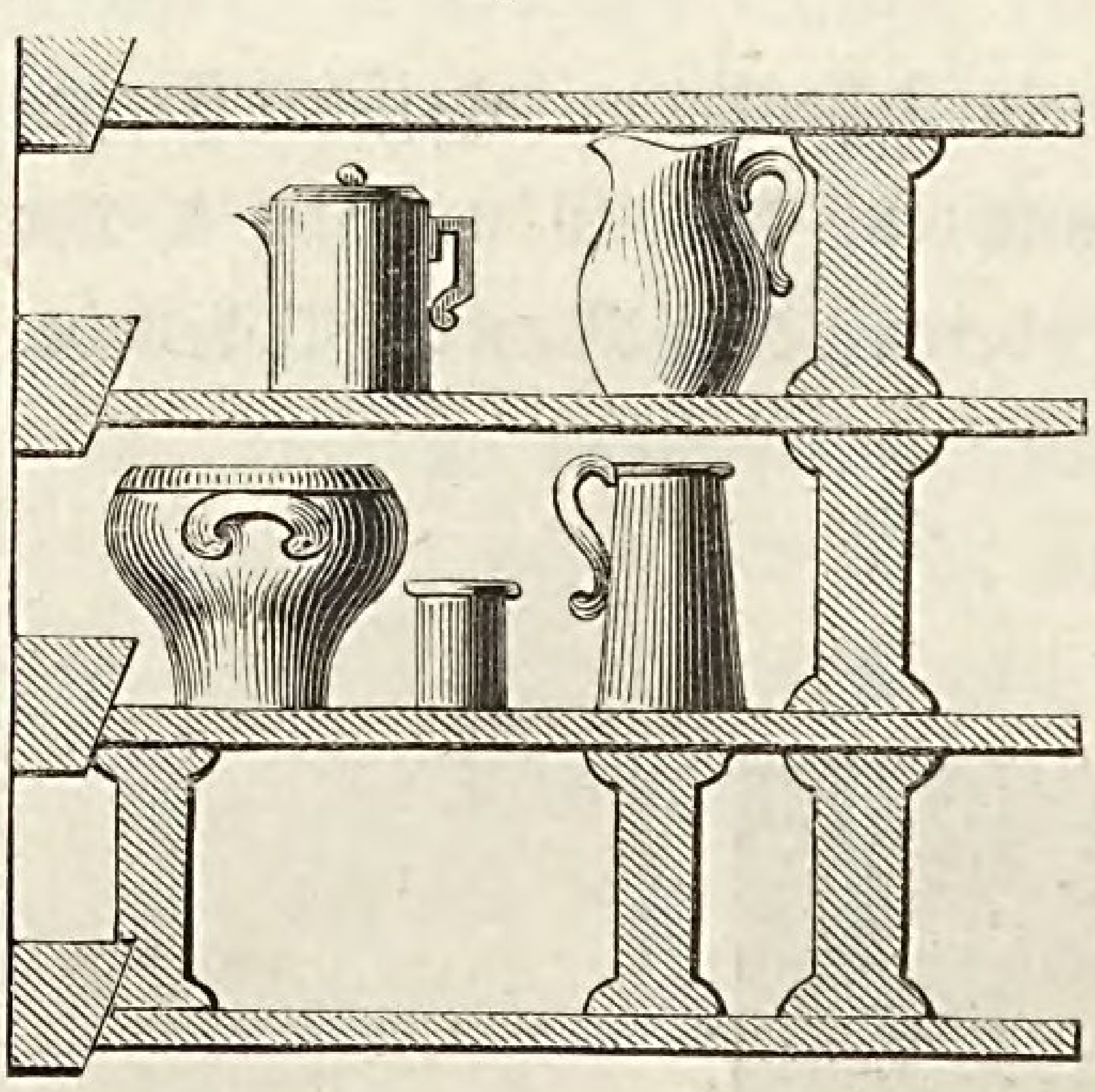
Rohbrennen oder Verglühen der Geschirre.

Nachdem die Geschirre lufttrocken sind, werden sie im Verglühofen verglüht. Beim Verglühen findet keine merkliche Schwindung statt, die verglühte Masse saugt zwar Wasser ein, weicht aber nicht auf. Das Verglühen der Geschirre geschieht in Kapseln oder Kasetten; jedes Stück des Geschirres erhält entweder seine eigene Kapsel oder man bringt, wie es z. B. bei Tassen der Fall ist, mehrere Stücke in eine Kapsel. Zur Verfertigung der Kapseln bedient man sich eines feuerfesten Thons, der mit gemahlenen Charmottesteinen versetzt wird. Die Kapseln werden in dem Glutofen so aufgestellt, daß der Boden der oberen den unteren als Deckel dient (Fig. 40). Nach vollendetem Verglühen

Glasiren.

schreitet man zum Glasiren. Die Materialien zur Glasur sind Kaolin, Gyps und Porcellanscherben, als ein Thonerde-Kalkglas, das kein anderes Alkali enthält, als das in dem Kaolin und in den Porcellanscherben enthaltene. Diese Substanzen werden fein gemahlen, geschlämmt und mit Wasser so angerührt, daß sie in demselben suspendirt bleiben. In dieses Wasser taucht man die verglühten Gefäße ein und trägt mit einem Pinsel die Flüssigkeit an denjenigen Stellen auf, an welchen das Geschirr angefaßt wurde.

Fig. 40.



Garbrennen.

Sind die Geschirre trocken, so bringt man sie auf runde Kapselstücke (Pumbse) gestellt in Kapseln, und setzt diese in den Glutofen ein, in welchem sie bei der heftigsten Weißglühhitze gebrannt werden; das erste schwache Feuer heißt das Flattirfeuer (Lavir- oder Vorfeuer), nach 10 — 12 Stunden, wenn der Inhalt des Ofens vollständig roth glüht, giebt man das Scharfbrennfeuer. Nach vollendetem Garbrennen, das man an der Beschaffenheit von in das Feuer eingesetzten Probescherben beurtheilt, verstreicht man alle Feuerungen des Ofens sorgfältig und wartet, bis

der Ofen nach 6—8 Tagen abgekühlt ist, darauf öffnet man die Kapseln, sortirt das Porcellan und verkauft das Weiße als Weißporcellan oder bemalt oder vergoldet es.

Biscuit. Porcellan, das das Scharffeuer ohne Glasur mitgemacht hat, wird Biscuit genannt; häufig benennt man auch nur die verglühte Waare mit diesem Namen.

Malerei. Die Porcellanmalerei ist ein Zweig der Glasmalerei, deren Wirkung aber nur ausschließlich auf das reflectirte, nie auf das durchgehende Licht berechnet ist. Die Porcellanfarben sind gefärbte Gläser, welche durch Aufschmelzen auf die Porcellanmasse Festigkeit und Glanz erlangen. Zur Erzeugung jeder Farbe gehört das farbegebende Metalloxyd und der Fluß (s. S 85). Man unterscheidet Malerei unter der Glasur und Malerei auf der Glasur.

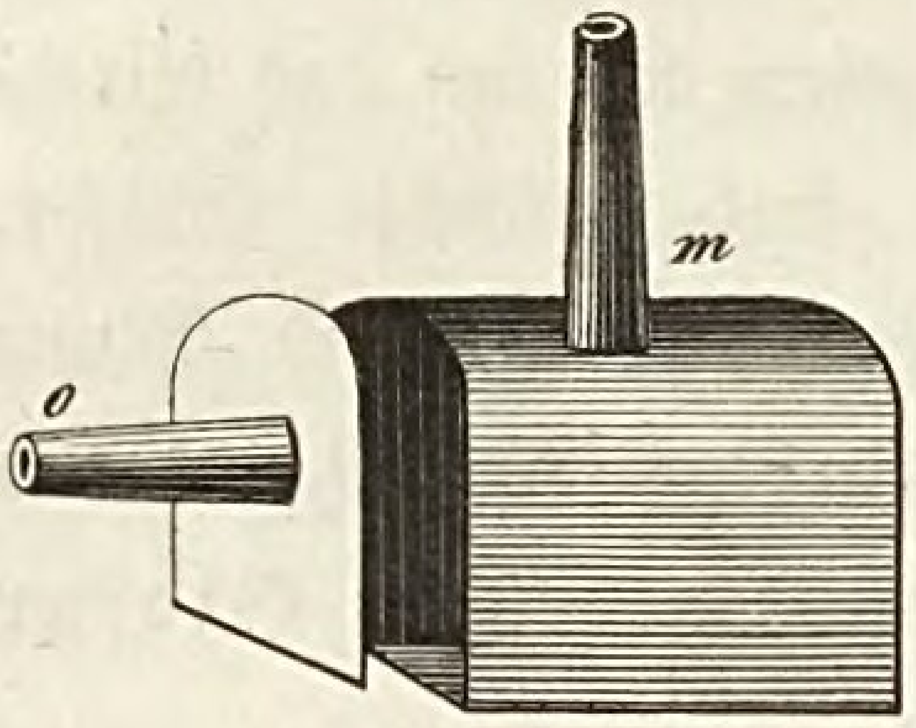
unter der Glasur. In der Malerei unter der Glasur lassen sich nur solche Metalloxyde anwenden, die vollkommen oder mindestens so feuerbeständig sind, daß sie durch die zum Brennen nothwendige Hitze unverändert bleiben. Solche Oxyde (Scharffeuerfarben) sind das Uranoxyd zum Schwarzfärben, das in Form von Uranpecherz $U_3\ O_4$ angewendet wird, das Kobaltoxydul zur Erzeugung von Blau, das Chromoxyd zur Erzeugung von Grün, das Mangan- und Eisenoxyd zu Braun, und das Titanoxyd zu Gelb. Diese Metalloxyde werden mit fein gepulvertem Feldspath oder mit Quarz gemengt auf das roh gebrannte Geschirre aufgetragen, dieselben darauf glasirt und gebrannt. Da die Glasur ein durchsichtiges Glas ist, so tritt nach dem Brennen die Malerei deutlich hervor. Das Uranoxydul wird zur Schrift und zu dem Porcellandruck benutzt, wobei die Kupferplatte anstatt mit Druckerschwärze mittelst eines Gemenges von Uranoxydul und Leinölfirniß abgedruckt wird; man benutzt dazu entweder sehr feines, ungeleimtes Papier oder eine dünne Leimplatte. Der Abdruck wird auf das roh gebrannte Porcellan übergetragen, die organische Substanz durch Erhitzen zerstört und das Gefäß dann erst glasirt.

auf der Glasur. Die meisten Metalloxyde verflüchtigen sich bei der Temperatur des Scharffeuers ganz oder zum Theil und geben einen unreinen Ton. Solche Metalloxyde bilden die sogenannten Muffelfarben, die stets nach dem Glasiren auf der Glasur aufgetragen werden. Man mischt die Metalloxyde mit einem leichtflüssigen Glase und etwas verharztem Terpentinöl oder Lavendelöl und trägt das Gemisch vermittelst eines Pinsels

Vergolden u. s. w. auf. Das Vergolden, Versilbern und Verplatiniren wird auf dieselbe Weise, wie schon beim Glas angegeben worden ist, vorgenommen. Die auf die angeführte Weise aufgetragenen Farben oder Metalloxyde werden in der Muffel (Fig. 41) eingebrannt, die vordere Wand der Muffel dient als Thüre zum Eintragen des zu brennenden Geschirres, das Rohr o, um die Temperatur und den Grad des Aufgebranntseins der Farbe zu beobachten; aus dem Rohre m entweicht der Terpentin- oder Lavendelöldampf.

Einbrennen in der Muffel.

Fig. 41.



Sowohl die Scharffeuerfarben als auch die Muffelfarben werden gewöhnlich mit etwas organischem, mithin in der Hitze zerstörbarem Pigment, der sogenannten Blendfarbe gemengt, welche die eigentliche Farbe, die nach dem Brennen zum Vorschein kommen soll, nachahmt.

Frittenporcellan. II. Fritten- oder Glasporcellan unterscheidet sich von dem Feldspathporcellan dadurch, daß seine Masse mit einer Glasfritte gemischt ist. Deshalb erleidet dasselbe schon bei schwächerem Feuer eine so starke Verglasung, daß es auf dem Bruche glasig und stärker durchscheinend, überhaupt weniger haltbar ist und einen Wechsel der Temperatur weniger gut verträgt, als das ächte Porcellan. In Sèvres, wo die Fabrikation dieses Porcellans seit 1804 aufgehört hat, bestand die Masse aus 22 Th. Salpeter, 7,2 Th. Kochsalz, 3,6 Th. Alaun, 3,6 Th. Soda, 3,6 Th. Gyps und 60 Th. Sand. Dieses Gemenge wurde gefrittet und 75 Th. dieser Fritte mit 17 Th. weißer Kreide und 8 Th. Kalkmergel gemengt. Die Glasur dieses Porcellans besteht gewöhnlich aus reinem Bleiglas. Da aber die Masse zum Frittenporcellan nicht gedreht, sondern nur in Formen gepreßt werden kann, überhaupt der geringen Bildsamkeit wegen schwierig zu bearbeiten ist, so ist der Gebrauch dieses Porcellans sehr abgekommen.

Steingut. III. Steingut. Das Steingut wird aus kalkhaltigem Thone dargestellt, welchen man mit so viel Kieselerde (Sand) oder Kalk versetzt, daß derselbe in dem Brennofen halb verglast, aber nicht schmilzt. Vor der Bearbeitung werden die Materialien geschlämmt. Die Masse des Steinguts ist bald weiß, bald mehr oder weniger gelb, je nachdem reine oder eisenhaltige Materialien angewendet wurden. Eine bekannte Art des Steinguts ist das Wedgwood, das aus gefärbten Massen gefertigt wird

und durch zugesetzte Flußmittel halb verglast ist und ein porcellanähnliches Ansehen hat. Das Wedgwood wird gewöhnlich nicht glasirt, häufig aber durch aufgelegte Reliefs von anders gefärbter Thonmasse verziert. Die Masse des Wedgwoodgeschirres, welche durch Metalloxyde gefärbt wird, besteht aus:

Wedgwood.

47 Th. Schwerspath (BaO, SO_3)
15 Th. Granit
26 Th. Thon von Devonshire
6 Th. Gyps
15 Th. Sand
10 Th. Strontianit (SrO, CO_2).

Steinzeug.

IV. Das gemeine Steinzeug gehört ebenfalls zu den porcellanartigen Thonwaaren; die Bestandtheile desselben sind denen des Steingutes gleich, nur werden die Materialien nicht geschlämmt, sondern nur gepulvert. Aus der plastischen Masse verarbeitet man dann aus freier Hand Milchnäpfe, Wasserkrüge, Säureflaschen, Apothekerkruken u. s. w.

Glasiren desselben.

Gewöhnlich werden die Steinzeuggeschirre mit kieselsaurem Natron glasirt; obgleich eine Glasur nicht erforderlich ist, da das Steinzeug dicht und glasig genug ist, um nichts hindurch zu lassen. Das Glasiren geschieht, indem man nämlich, wenn die Geschirre in heftiger Glut sind, Kochsalz in kleinen Portionen in den Ofen wirft. Die Einwirkung beruht auf der Zersetzung des Kochsalzes, dessen Chlor sich mit dem Wasserstoff des darin mechanisch eingeschlossenen oder der durch die vom Holze der Feuerung herrührenden Wasserdämpfe zu Salzsäure verbindet, welche gasförmig entweicht, während sich das Natrium mit dem Sauerstoff des Wassers zu Natron, und dieses wieder sich mit der Kieselerde an der Oberfläche der Geschirre verbindet und darauf schmilzt. Der Vorgang der Kochsalzglasirung läßt sich auf folgende Weise verdeutlichen:

$$ClNa + HO = ClH + NaO, (SiO_3).$$

Nach Leykauf's Beobachtungen zersetzen Thone von mehr als 50 Proc. Kieselerde das Kochsalz um so besser, je mehr Kieselerde sie enthalten.

Fayence.

Poröse Thonwaaren. I. Die Fayence hat ihren Namen von Faënza in dem römischen Staate, wo derartige Gefäße vorzugsweise gefertigt wurden. Im 9. Jahrhundert verfertigten die Araber in Spanien schon Fayence, von dort kam es nach Majorka, woher auch der Name Majolika für Fayence herrühren soll. Die Fayence wird aus eisen=

freiem weißen Thon dargestellt, zu welchem man, wenn derselbe zu fett ist, Sand oder Feuersteinpulver setzt; sie unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Töpfergeschirre durch weit sorgfältigere mechanische Bearbeitung und durch eine weiße aus Zinnoxyd, Bleioxyd, Alkalien und Quarz bestehende Glasur. Oft wird dieselbe aber auch mit verschieden gefärbten Glasuren bemalt oder bedruckt. Zum Fayencedruck wird der Kupferstich mit der bedruckten Fläche auf die Fayence aufgeklebt und das Geschirr ins Wasser getaucht; dadurch weicht das Papier auf und kann abgezogen werden, während der im Wasser nicht lösliche Farbenfirniß auf der Fayence zurückbleibt und eingebrannt wird. Der Druckfirniß wird bereitet aus Leinölfirniß und dem färbenden Metalloxyd, so z. B. Kobaltoxydul zu Blau, Manganoxyd zu Schwarz, Chromoxyd zu Grün, und ein Gemenge von Zinnoxyd mit Chromoxyd zu dem beliebten Nelkenbraun. Als Verzierung von Fayence benutzt man häufig dünne, glänzende Metallüberzüge, Metalllüster, welche durch Auftragen einer verdünnten Lösung des Metalloxydes und darauf folgende Reduction entstehen. Die Reduction wird zuweilen dadurch hervorgebracht, daß man im Muffelofen, durch Rauch gebende Substanzen, eine reducirende Atmosphäre hervorbringt, so erzeugt man das Platinlüster durch Auftragen und Brennen eines Gemenges von Platinchlorid mit Terpentinöl. Das Käferflügeldeckenlüster ist ein stark bleihaltiges, mit Chlorsilber und Wismuthweiß versetztes Glas, dessen Metalloxyd auf der Oberfläche reducirt wird und dort die Farben dünner Schichten erzeugt. Die Erzeugung des Kupferlüsters ist nicht bekannt. Goldlüster erhält man durch Mischen von Goldchlorid und Zinnchlorid mit einer Lösung von Schwefel in Leinöl und Terpentinöl.

War der zur Fayence angewendete Thon eisenhaltig, so brennt sich die Masse roth und eine derartige Fayence ist dem Begriff nach nicht von gemeiner Töpferwaare verschieden.

Etruskische Vasen. Die etruskischen Vasen der alten Römer schließen sich der Fayence an, sie sind aus eisenhaltigem, mit Quarz versetztem Thone geformt, nur leicht gebrannt, bald unglasirt, bald mit einer leichtflüssigen Glasur bedeckt. Sie zeichnen sich durch die Schönheit ihrer Formen aus und scheinen mehr zur Zierde und zur Aufbewahrung trockener Gegenstände (Aschenkrüge), als von Flüssigkeiten gedient zu haben. — Hierher gehört

Delfwaare. auch die Delfwaare, die im 17. Jahrhundert von den Holländern geliefert wurde.

Töpferzeug. II. Das Töpferzeug wird aus verschiedenen Thonarten angefertigt; zur Verfertigung des Küchengeschirres dient ein Thon, welcher kohlensauren Kalk und Eisenoxyd enthält, zur Fabrikation des braunen Geschirres, der Bunzlauer und Waldenburger Waare ein ziemlich feuerfester Thon. Durch die Erfahrung lernt der Töpfer kennen, von welcher Beschaffenheit ein Thon sein muß, damit die daraus gefertigten Geschirre nicht zu sehr schwinden, beim Brennen nicht reißen u. s. w. Häufig müssen zur Erlangung eines guten Thones mehrere Thone mit einander gemischt werden. Vor der Verarbeitung wird der Thon eingesumpft, d. h. man macht den Thon in Gruben mit Wasser an und läßt den feuchten Thon darin längere Zeit unter häufigem Umstechen liegen; darauf wird der Thon durchgetreten und in die Form von Ballen gebracht. Vor dem Verarbeiten wird derselbe noch zur Entfernung von Steinen und Luftblasen mit den Händen durcheinander gearbeitet oder mit einem Streichholz gestrichen. Das Töpfergeschirr wird auf der schon erwähnten Drehscheibe geformt, der gedrehte Gegenstand von der Scheibe entfernt, lufttrocken gemacht und dann glasirt. Gewisse Thonwaaren, wie Röhren, Zuckerhutformen, Blumentöpfe u. s. w. erhalten keine Glasur. Die Glasur besteht aus einem Bleiglassatze (7 Th. Bleiglätte und 4 Th. Sand), welcher fein gemahlen und mit Wasser angerührt über die zu glasirenden Waaren gegossen wird. Gewöhnlich wird die Glasur gefärbt, zu diesem Zwecke erzeugt man durch Hammerschlagzusatz Braun, durch Kupferoxyd Grün, durch Braunstein Schwarz, durch Grauspießglanzerz Gelb, durch Zusatz von Zinnoxyd Weiß. Wenn das Bleioxyd im richtigen Verhältnisse zur Kieselerde des Glases angewendet wurde, so ist das entstehende Bleiglas in den gewöhnlichen, in der Küche vorkommenden organischen Säuren nicht löslich und die Bleiglasur durchaus anzuempfehlen. Ist hingegen ein Theil des Bleioxydes mit der Kieselerde nicht gehörig verbunden, so kann der Fall eintreten, daß ein Theil des Bleies sich schon in heißem Essig löst. Obwohl es wünschenswerth wäre, eine wohlfeile bleifreie Glasur herzustellen, welche alle Vorzüge der Bleiglasur hätte, so ist doch nicht zu leugnen, daß das Nachtheilige der Bleiglasur häufig zu grell geschildert worden ist.

Bleifreie Glasur. Unter den vielen Vorschriften zu bleifreier Glasur führen wir einige der vorzüglicheren an: 1) 8 Th. kohlensaures Natron, 7 Th. Sand, 1 Th. weißer Thon; 2) Bimsstein mit $^1/_{16}$ Braunstein; 3) 12 Th. Quarzpulver, 12 Th. Glas, $^1/_2$ Th. Salz, 1 Th. weißer Pfeifenthon, 3 Th.

Borax; 4) 100 Th. Borax, 50 Th. Feldspath und 50 Th. Lehm. In Kirchenlamitz in Bayern wendet man eine Hohofenschlacke an, welche auf 65 Proc. Kieselerde, 12 Proc. Kalk, 2,5 Proc. Talkerde, 2 Proc. Kali, 5 Proc. Eisenoxydul, 12,5 Proc. Thonerde und Manganoxyd enthält $(4\ MO, SiO_3) + (M_2O_3, 3\ SiO_3)$.

Alcarrazas. Zu den nicht glasirten thönernen Gefäßen gehören die Alcarrazas oder Kühlkrüge; sie haben vasenähnliche Gestalt, sind gewöhnlich $1^1/_2$ Fuß hoch und haben die Bestimmung, Flüssigkeiten, besonders Wasser, abzukühlen. Füllt man ein solches Gefäß mit Wasser, so dringt ein Theil der Flüssigkeit durch die Poren der Wände und verdunstet an der äußern Fläche. Die zur Verdunstung nöthige Wärme wird theilweise dem Wasser in dem Gefäße entzogen, wodurch die Temperatur desselben um mehrere Grade sinkt. Man fertigt dieselben zu Andujar in Andalusien. Nach Sallior sollen sie eine Abkühlung von 15° bewirken, in Sèvres bei Paris angestellte Versuche ergaben nur eine Abkühlung von 3—5°. Die Porosität dieser Gefäße wird theils durch schwaches Brennen, theils durch Beimengung von Substanzen, die beim Brennen zerstört werden, theils auch durch Zusatz von Kochsalz, das nach dem Brennen ausgelaugt wird, hervorgebracht.

Ziegel u. Charmottesteine. III. Ziegel und Charmottesteine haben den Zweck, natürliche Steine zu ersetzen; man wendet zu ihrer Darstellung Thonmergel und lehmigen Thon an, zu welchem man, je nach der Beschaffenheit desselben, entweder Thon oder Sand setzt. Man unterscheidet Mauerziegel oder Backsteine und Dachziegel. Die Fabrikation der Ziegel zerfällt in das Bearbeiten der Erde, das Formen, das Trocknen und das Brennen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß es vortheilhaft sei, den zur Ziegelfabrikation bestimmten Thon im Herbst auszugraben, ihn während des Winters der Einwirkung des Schnees und des Regens ausgesetzt zu lassen, und erst im nächsten Frühjahre zur Bearbeitung zu schreiten. Der Thon wird darauf mit Wasser gemischt und durchgetreten, um alle Steine und Unreinigkeiten daraus zu entfernen. Gewöhnlich setzt man zu der Masse Sand und rechnet auf 4 Th. Thon 1 Th. Sand. Aus der Ziegelmasse werden die Ziegel in Formen gestrichen oder vermittelst Streichmaschinen geformt. Wenn die geformten Ziegelsteine lufttrocken sind, werden dieselben in Feldöfen, Meilern oder besonderen Ziegelöfen gebrannt. Wo man zum Vermauern viele Ziegelsteine verbraucht, construirt man im freien Felde aus den getrockneten

Steinen Feldöfen, in welchen allerdings ein nicht unbedeutender Theil der Ziegelsteine ungebrannt bleibt. Wegen des in dem Lehm enthaltenen Eisenoxydes sind die Ziegel nach dem Brennen gewöhnlich roth. Verglaste Ziegel nennt man Klinker. Damit Ziegelsteine sich als zum Mauern geeignet erweisen, müssen sie begierig Wasser aufsaugen.

Leichte Ziegelsteine. Die sogenannten leichten Ziegelsteine, welche auf dem Wasser schwimmen, waren schon den Alten bekannt. Nach Fabroni stellt man dieselben aus einer Art sehr leichten Magnesits dar, der sich in der Nähe von Castel del Piano findet. Während ein gewöhnlicher Ziegelstein 2,70 Kilogramme wiegt, ist das Gewicht eines derartigen nur 0,45 Kilogramme. Diese Steine haben außer dem Vorzug der großen Leichtigkeit noch den der Unschmelzbarkeit und des außerordentlich schwachen Wärmeleitungsvermögen für sich. Sie sind so schlechte Wärmeleiter, daß man das eine Ende derselben in der Hand halten kann, während das andere noch glühend ist. Fabroni machte auf einem alten Fahrzeuge das Experiment, eine viereckige Kammer aus solchen Steinen zu wölben und mit Schießpulver auszufüllen. Das mit Holz bedeckte Schiff brannte vollständig ab, und als der Boden der Pulverkammer weggebrannt war, versank es ohne Entzündung des Pulvers. Aehnliche Steine werden in Berlin aus dem daselbst vorkommenden Infusorienthon angefertigt. Man sieht leicht den Vortheil ein, den diese Steine für die Marine gewähren müssen. Die Pulverkammer, die Küche, die Heerde der Dampfmaschinen, die Orte, wo Spirituosen aufbewahrt werden, lassen sich dadurch sicher machen. Eben so wichtig sind diese Steine für die Gewölbe der Schmelzöfen und überhaupt für alle Oefen, in welchen bedeutende Hitze angewendet wird, da diese Steine nicht schmelzen und sich nur wenig zusammenziehen. In Holland pflegt man die Dachziegel vermittelst Salz, Mennige oder Braunstein zu glasiren; da solche Ziegel kein Wasser einsaugen, was wegen des daraus folgenden Springens im Winter die Haltbarkeit der Ziegel sehr beeinträchtigt, so sind allerdings glasirte Ziegel dauerhafter, aber auch bei weitem kostspieliger herzustellen.

Glasirte Ziegelsteine.

Charmottesteine oder feuerfeste Steine. Die Charmottesteine oder feuerfesten Steine sind von weißlicher oder gelber Farbe und werden anstatt der Mauersteine bei allen solchen Feueranlagen angewendet, wo diese schmelzen würden. Man wendet zu ihrer Verfertigung feuerfesten Thon, gebrannte

Thonscherben an. Hierher gehört auch die Fabrikation künstlicher Steinmassen.

Thönerne Tabakspfeifen. Zur Anfertigung der thönernen Tabakspfeifen nimmt man weißen, feuerfesten Thon, der auch nach dem Brennen noch weiß erscheint. Zunächst formt man einen Cylinder, welcher an dem Ende, an welches der Pfeifenkopf kommen soll, etwas dicker ist, bohrt in den Cylinder einen Draht und legt die Masse in die untere Hälfte der mit Oel bestrichenen Metallform, preßt die obere Hälfte der Form gegen die untere und drückt den überflüssigen Thon heraus. Vermittelst eines eisernen Kegels wird der Kopf hohl gebohrt. Die Pfeifen werden in Casseten eingeschlossen gebrannt, nach dem Brennen mit einem Gemenge von Seife, Tragantschleim und Wasser überzogen, und nach dem Trocknen blank gerieben.

Schmelztiegel. Unter den Schmelztiegeln sind die bekanntesten die hessischen, die Graphittiegel und die englischen. Die hessischen oder Almeroder Tiegel werden aus 1 Th. Thon (von 71 Th. Kieselerde, 25 Th. Thonerde und 4 Th. Eisenoxyd) und $1/_3$—$1/_2$ des Gewichtes Quarzsand angefertigt. Sie sind feuerfest und zuweilen bei chemischen Operationen anwendbar; zu manchen aber sind sie zu porös und ihr Korn zu grob. Wegen ihres großen Kieselgehaltes werden dieselben auch von Alkalien, Bleioxyd und dergl. leicht durchlöchert. Die Graphittiegel, Ipser oder passauer Tiegel werden aus 1 Th. feuerbeständigem Thone von Schildorf bei Passau und 3—4 Th. natürlichem Graphit (einem Gemenge von Thon und Graphit) angefertigt; sie vertragen den größten Temperaturwechsel und schwinden höchst selten. Die englischen Tiegel werden in Stourbridge aus 2 Th. Thon und 1 Th. Koksangefertigt. Tiegel, welche in ihrer Masse Kohle enthalten, wirken reducirend auf die darin zu behandelnden Oxyde, sie werden daher vorzugsweise zu Metallschmelzungen angewendet. Beiläufig seien hier erwähnt die Kohlentiegel, welche aus Holz, das beim Verkohlen sich nur wenig zusammenzieht, angefertigt werden; sie sind jetzt nur noch selten im Gebrauch und durch innen mit Kohle ausgefütterte Thontiegel (Creusets brasqués) ersetzt worden.

II.

Von den Metallen und der technischen Anwendung derselben.

Das Eisen.

Das Eisen. Vorkommen desselben.

Das Eisen ist das wichtigste und nützlichste aller Metalle, da sein Gebrauch mit allen Zweigen der Technik und fast allen Bedürfnissen des Lebens auf das Innigste verwebt ist. Die außerordentliche Anwendung verdankt das Eisen hauptsächlich der Leichtigkeit, mit der es in Folge eigenthümlicher Modificationen bei seiner Darstellung und Verarbeitung, unter gänzlich verändertem Charakter, mit neuen und immer nutzbaren Eigenschaften auftritt.

Nur selten kommt es gediegen in den Meteorsteinen vor, meist findet es sich oxydirt oder mit Schwefel verbunden, oder auch in Gestalt kohlensaurer oder kieselsaurer Salze in der Natur. Nur die Sauerstoffverbindungen können zur Darstellung des Eisens im Großen angewendet werden. Die wichtigsten Eisenerze sind folgende:

1) Der Magneteisenstein ($Fe_2O_3 + FeO = Fe_3O_4$) ist das reichste Eisenerz (es enthält gegen 72 Proc. Eisen), und findet sich allgemein verbreitet, besonders aber in Schweden, vor. Aus diesem Eisenerz stellt man das berühmte schwedische Eisen z. B. das von Dannemora dar.

2) Der Rotheisenstein oder der Eisenglanz ($Fe_2 O_3$) enthält 69 Proc. Eisen. Der Rotheisenstein findet sich in Gängen und Lagern im älteren Gebirge, so wie eingesprengt in Gneuß, Granit u. s. w.; er kommt ferner im Uebergangsgebirge vor und heißt nach seinen physikalischen Eigenschaften Glaskopf (Blutstein), Eisenrahm, Eisenocker. Mit Kieselerde gemengt heißt der Rotheisenstein Kieseleisenstein, mit Thon gemengt

Thoneisenstein. Der Eisenglanz ist krystallisirtes Eisenoxyd. Der Rotheisenstein dient in seinen Varietäten als hauptsächlichstes Material der Eisengewinnung in Sachsen, auf dem Harz, im Herzogthum Nassau.

3) Der Spatheisenstein (Stahlstein) (FeO, CO_2) (mit 45 Proc. Eisen) ist der Hauptbestandtheil der metallführenden Formation; er enthält fast immer größere oder geringere Mengen von kohlensaurem Manganoxydul. Das kugelige, nierenförmige kohlensaure Eisenoxydul heißt Sphaerosiderit. Man wendet dieses Erz in Sachsen häufig zur Eisengewinnung an. In Steiermark und in Siegen dient es zur Fabrikation des Rohstahls.

4) Aus dem Spatheisenstein entsteht durch die Einwirkung von Luft und von kohlensäurehaltigem Wasser als secundäres Product der Brauneisenstein ($Fe_2 O_3 + HO$), welcher je nach seinen physikalischen Eigenschaften die Namen Lepidokrokit, Nadeleisenerz, Rubinglimmer (Pyrosiderit) und Stilpnosiderit führt. Dieses Eisenerz enthält häufig kohlensaure Kalkerde, Kieselsäure, Thon u. s. w.

5) Bohnerz ist ein häufig im südwestlichen Deutschland und in Frankreich angewendetes Eisenerz, dessen Entstehungsweise nicht bekannt ist. Es besteht entweder aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Wasser ($3 FeO + SiO_3$) oder aus Brauneisenstein und Kieselthon (nach Plattner).

6) Der Raseneisenstein, Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz findet sich im Norden Deutschlands, in Schweden in Torfmooren und unter dem Rasen der Wiesen. Es entsteht durch die Einwirkung von kohlensäurehaltigem, Eisenoxydul enthaltendem Wasser auf Vegetabilien. Es kommt in knolligen oder schwammartigen Massen von brauner oder schwarzer Farbe vor und besteht aus Eisenoxydhydrat, Manganoxyd, Phosphorsäure, organischen Bestandtheilen und Sand. Nach Hermann besteht es aus $Fe_2 O_3$, $3 HO + Mn_2 O_3$, $HO + Fe_2 O_3$, $PO_5 + 6 HO$ und $3 Fe_2 O_3$, $Apcr + 6 HO$ (dreibasisch quellsatzsaurem Eisenoxyd).

Ausbringen des Eisens. Das Ausbringen des Eisens aus den Eisenerzen ist Gegenstand des Eisenhüttenbetriebes und zerfällt in das Rösten und in das Zugutemachen. Das Rösten der Eisenerze hat zum Zweck, die dem Eisengewinnungsproceß nachtheiligen Substanzen, wie das Wasser und den Schwefel zu entfernen und die Masse mürber und poröser und so zur Reduction geschickter zu machen. Die gerösteten Eisenerze werden darauf zerkleinert und reichere Erze mit ärmeren in dem Verhältniß gemischt, welches nach der Erfahrung die größte Ausbeute giebt. Die

Theorie des Ausbringens.

gemengten Erze, welche aus einer Sauerstoffverbindung des Eisens und Ganges (Kieselsäure oder Kalk) bestehen, werden mit kalkhaltigen Substanzen gemengt und stark erhitzt zu metallischem Eisen reducirt, denn:

$$Fe_2O_3 + 3\,C = 3\,CO + 2\,Fe;$$

die Kohle wirkt mithin bei dem Ausbringen des Eisens als Brennmaterial und als Reductionsmittel. Nähme man aber den Proceß vor, indem man die zerkleinerten und gerösteten Erze mit Kohle mengte und dem Schmelzproceß unterwürfe, so würde man das Eisen in fein zertheilter Gestalt als schwammige Metallmasse erhalten. Um das fein zertheilte Eisen aber zu einer Masse zu vereinigen, setzt man vor dem Ausschmelzen Körper zu, welche sich mit der Gangart zu einer leichtflüssigen Glasmasse verbinden. Diese Masse heißt die Schlacke und dient also dazu, die in den Erzen enthaltenen fremden Bestandtheile zu entfernen, das Zusammenfließen der geschmolzenen Metalltheilchen zu bewirken und das bereits gebildete Roheisen vor der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft zu schützen. Die Schlacke ist ein Gemeng mehrerer kieselsaurer Salze, das entweder schon mit den Eisenerzen selbst bricht, oder wie schon erwähnt wurde, durch Zusatz während des Schmelzens erst entsteht. Es ist nothwendig, daß die Schlacke bei derselben Temperatur schmilzt, bei welcher das Eisen flüssig wird. Mangelt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, Sand, mangelt es an Basen, so setzt man Kalkstein oder Flußspath hinzu. Das Gemenge von ärmeren und reicheren Eisenerzen heißt die Gattirung, die mit den Zuschlägen, d. h. mit der Schlacke und dem Brennmaterial gemengte Gattirung die Beschickung, welche nicht über 50 Proc. Eisen enthalten darf.

Wenn Eisen im flüssigen Zustande mit Kohle zusammenkommt, wie dies bei dem Ausbringen des Eisens der Fall ist, so wird ein großer Theil der Kohle von dem flüssigen Eisen gelöst; beim Erkalten des Eisens scheidet sich der größte Theil der Kohle krystallinisch als Hohofengraphit ab, während ein anderer Theil der Kohle mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt. Durch das Ausschmelzen läßt sich demnach kein reines, sondern nur kohlehaltiges Eisen gewinnen.

Hohofenproceß. Während man ehedem den Schmelzproceß in Luppenfeuern, Rennheerden, Stücköfen u. s. w. ausführte, hat man jetzt allgemein die Hohöfen eingeführt. Der ganze Proceß der Eisengewinnung zerfällt:

I. In die Abscheidung des Eisens aus den Eisenerzen durch den Hohofenproceß;

II. In die Umwandelung des so erhaltenen Roheisens in Stabeisen durch den Frischproceß.

Beschreibung des Hohofens. Ein Hohofen ist ein Schachtofen von 20 — 50 Fuß Höhe; der innere Theil (die Seele) desselben besteht aus dem Kernschacht a, der Rast b und dem Gestell c (siehe Fig. 42). In dem Gestell c be-

Fig. 42.

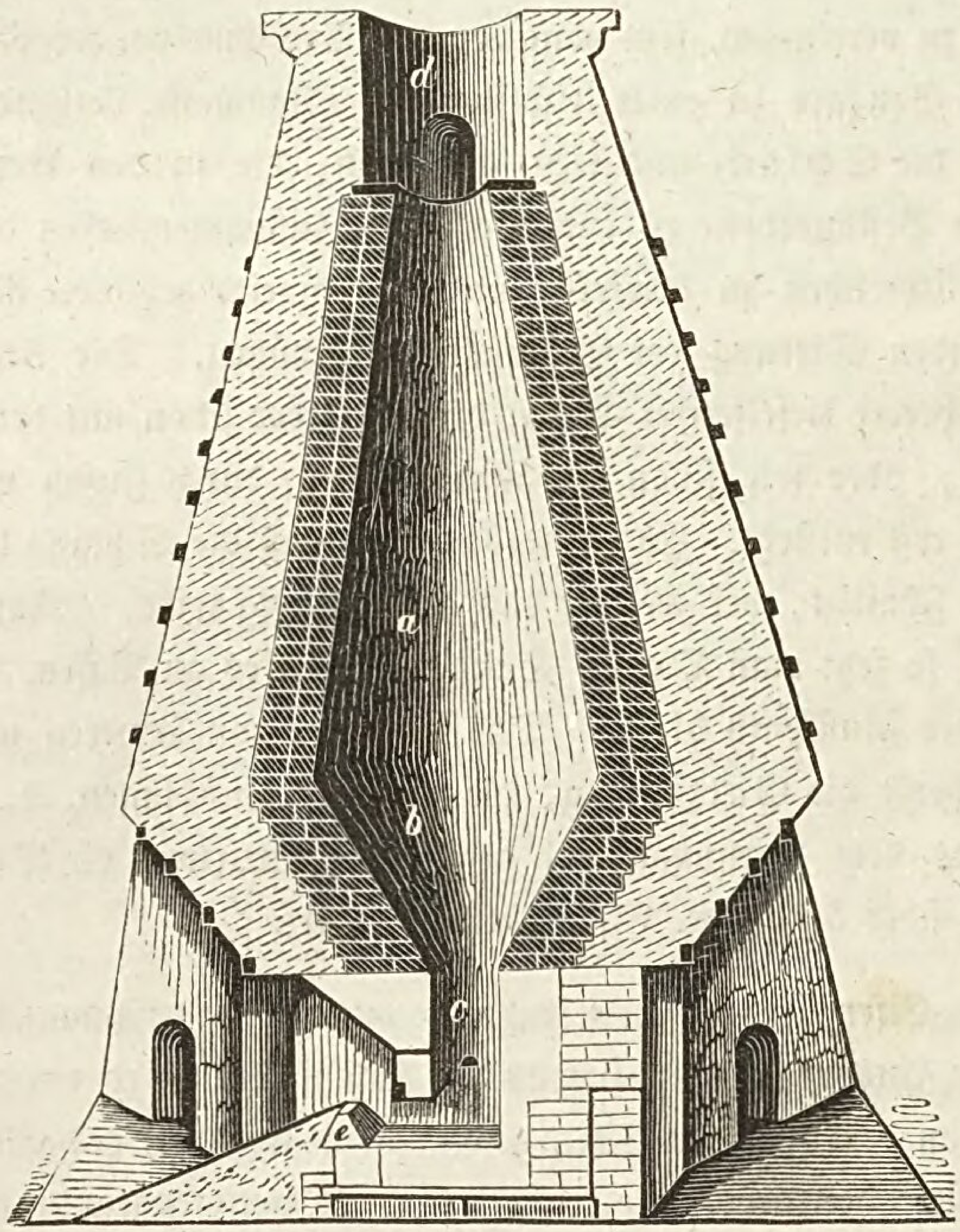
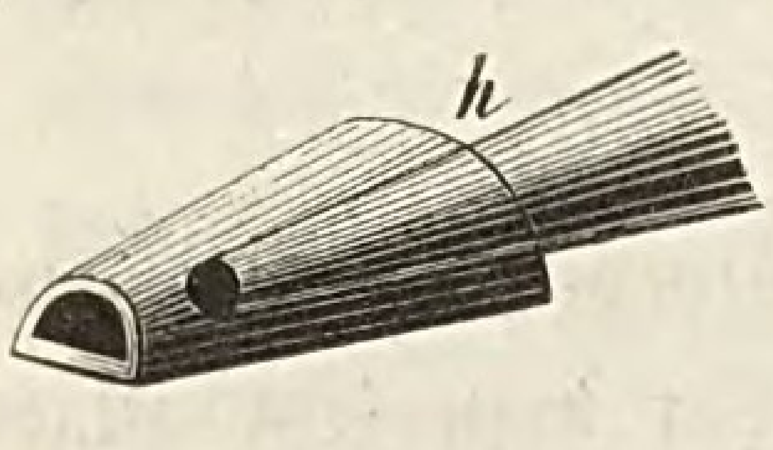


Fig. 43.

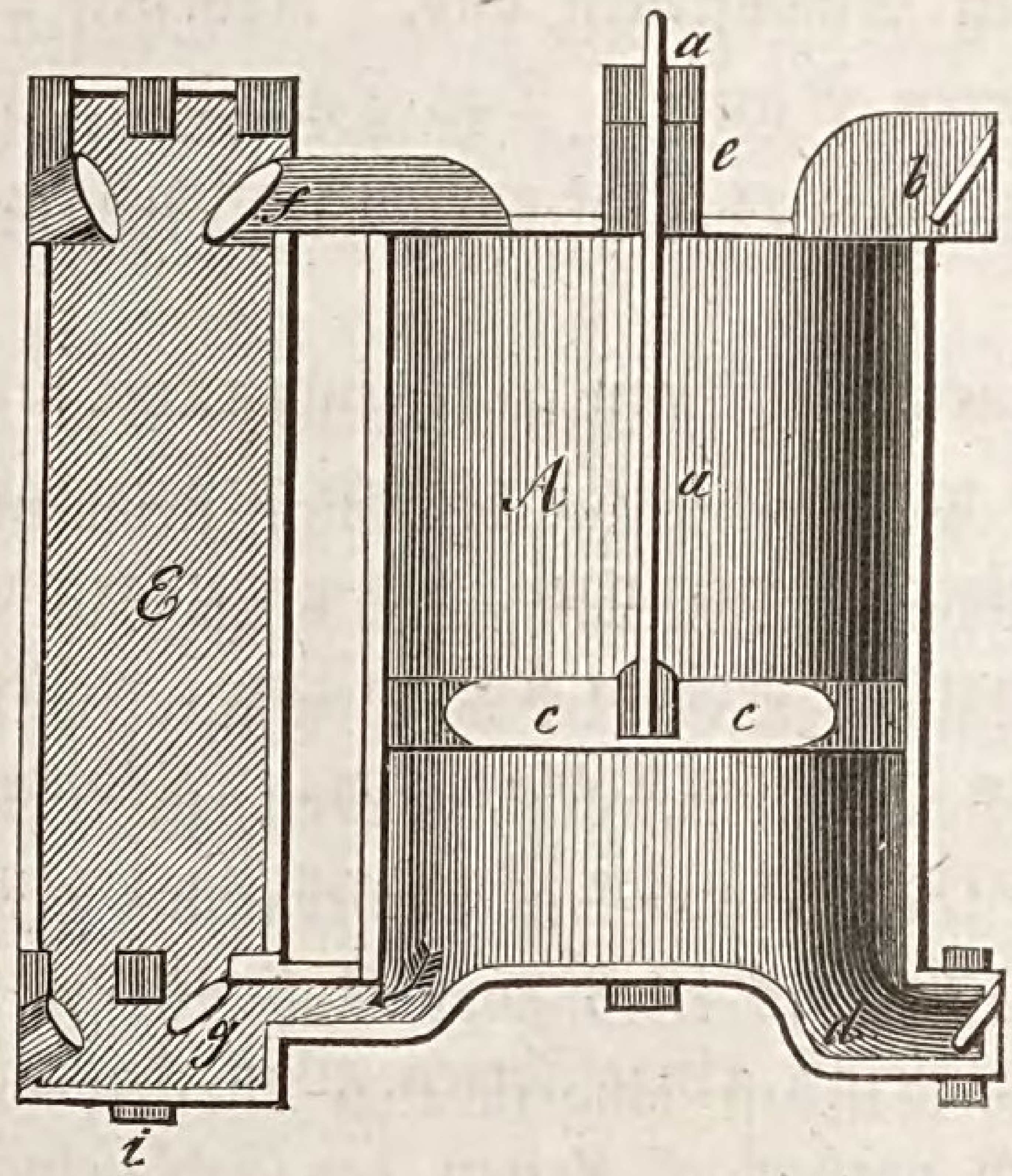


finden sich, einander gegenüber liegend, zwei Oeffnungen mit eingesetzten, halbcylindrischen Röhren (Formen) h (Fig. 43), in welche die Mundstücke (Düsen) der Windleitungsröhren, welche den Hohofen mit Luft versehen, eintreten. Die obere Oeffnung des Schachtes d heißt die Gicht, durch dieselbe wird die Beschickung in den Hohofen gebracht. Letzterer ist entweder an einem Abhange gebaut,

so daß man auf einem Wege zur Gicht gelangen kann, oder es führt zu demselben eine schiefe Ebene, die Gichtbrücke. Der untere Theil des Gestelles ist nach der Vorderseite hin verlängert und bildet den Vorheerd, welcher durch den Wallstein e geschlossen ist. Auf der einen Seite steht der Wallstein von der Wand ab und bildet eine Spalte, die sogenannte Abstichöffnung, welche während des Schmelzens verstopft ist, darauf aber zum Ablassen des geschmolzenen Eisens dient.

Gebläse. Ehe wir die Schmelzung selbst besprechen, betrachten wir in der Kürze das Gebläse, durch welches der Hohofen mit Luft gespeist wird. Man wendet jetzt allgemein das Cylindergebläse an. Die zweckmäßigste Art desselben ist die Fig. 44 abgebildete. In dem gußeisernen Cylinder A, in dem der Kolben c c auf und nieder bewegt werden kann, geht die Kolbenstange a luftdicht durch die Stopfbüchse e; durch b und d communicirt der Cylinder mit der freien Luft, durch f und g aber mit dem Kasten E; darin angebrachte Klappen bewirken durch Schließen und Oeffnen die Füllung des Kastens E mit Luft. Durch ein bei i angebrachtes Rohr strömt sie in den Feuerraum des Hohofens. Zum Reguliren des Gebläses benutzt man einen großen, aus Eisenblech luftdicht zusammengenieteten Ballon, in welchen man die Luft aus dem Kasten E treten läßt. Das Princip desselben ist dem des Gasometers in den Leuchtgasfabriken gleich. Die Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist eine der wichtigsten Verbesserungen, da sie den Aufwand von Brennmaterial im hohen Grade vermindert und die Benutzung von Steinkohlen gestattet, während bei der Anwendung von nicht erwärmter Gebläseluft nur Holzkohlen oder Koks benutzt werden können.

Fig. 44.



Gang der Schmelzung. Das Ausschmelzen geschieht auf folgende Weise. Man heizt zuerst den Ofen an, indem man auf dessen Boden Holz anzündet und bringt darauf das Brennmaterial (in Deutschland häufig Holzkohlen, in England Koks oder Steinkohlen), bis endlich der ganze Schacht mit

glühenden Kohlen angefüllt ist. Zu gleicher Zeit setzt man die Gebläse in Thätigkeit und trägt schichtenweise das Brennmaterial und die beschickten Erze ein. In dem Maße, als die Kohlen verbrennen und Eisen und Zuschlag schmelzen, sinken die Schichten allmälig nieder. Die Kieselerde schmilzt mit den vorhandenen Erden und Oxyden zu Schlacke zusammen, die durch Eisenoxydgehalt gewöhnlich gefärbt erscheint, während das schon früher reducirte halbflüssige Eisen sich mit dem Kohlenstoff zu leichtflüssigem Roheisen oder Gußeisen vereinigt. Das geschmolzene Eisen sammelt sich am Boden des Gestelles an; auf dem Eisen schwimmen die geschmolzenen Schlacken, die man über den Wallstein abfließen läßt. Das flüssige Eisen, das fast die Höhe des Wallsteins erreicht hat, wird durch Einstoßen der Verstopfung der Abstichöffnung über Rinnen alle zwölf Stunden abgestochen, d. h. man läßt es in feuchte Sandformen fließen, oder man schöpft es mit eisernen, mit Lehm überzogenen Schöpfkellen aus. Roheisen in Mulden nennt man Flossen, in Barren Gänze. Das Schmelzen (die Campagne) dauert gewöhnlich so lange, als der Ofen aushält, oft mehrere Jahre.

Theorie der Schmelzung. Der Sauerstoff der durch die Düsen eintretenden Luft des Gebläses, die man häufig vorher, sei es durch die aus der Gicht strömenden brennenden Gase, sei es durch andere directe Feuerungen, bis ungefähr auf 300° erwärmt hat, giebt mit den brennenden Kohlen Kohlensäure, welche aber, indem sie durch die höher liegenden Schichten Kohle strömt, zu Kohlenoxyd reducirt wird ($CO_2 + C = 2\ CO$); durch die Verbrennung des in dem Brennmaterial enthaltenen Wasserstoffs wird aber auch Wasser gebildet, welches nebst dem durch die Gebläseluft eingeführten Wasserdampfe (welchen man in der neueren Zeit durch vorheriges Leiten der Gebläseluft über englische Schwefelsäure zu entfernen sucht), durch die große Hitze des mittleren Theiles in seine Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Der Sauerstoff bildet mit der Kohle Kohlenoxyd, während der Wasserstoff mit der Kohle Kohlenwasserstoff bildet. Außerdem tritt der Stickstoff des Brennmaterials (der Steinkohlen), so wie ein Theil des Stickstoffs der eingeblasenen atmosphärischen Luft mit der Kohle zusammen und bildet Cyan (-metalle oder -wasserstoff). Diese reducirenden Gase treffen die erhitzten Erze und bewirken die Reduction der Metalloxyde, während die Gase (Gichtgase, Hohofengase) durch die Gicht entweichen. Das reducirte Eisen verbindet sich, indem es tiefer sinkt, mit Kohlenstoff zu Roheisen,

schmilzt dabei und wird durch die Schlacke vereinigt. Indem das Roheisen durch seine Schwere herabsinkt und die Region des Ofens erreicht, in welcher die Hitze am stärksten ist, wirkt sein Kohlenstoff auf die Thonerde, den Kalk, die Kieselerde u. s. w., die in der flüssigen Schlacke enthalten sind, und es reducirt sich Aluminium, Calcium, Silicium u. s. w., die sich dann mit dem Eisen verbinden. Der oberste Theil des Hohofens über a läßt sich demnach als Röstofen, der mittlere a als Reductionsraum, und der unterste b als Schmelzofen betrachten. Aus neueren Untersuchungen geht hervor, daß die bei dem Hohofenproceß in so großer Menge sich bildende Cyanwasserstoffsäure, indem sie sich mit den in dem Brennmaterial und den Schlacken enthaltenen Alkalien und Erden zu Cyanmetallen vereinigt, wesentlich bei der Reduction der Eisenerze mitwirkt. Und nicht ganz unwahrscheinlich ist es, daß selbst das Roheisen nicht nur Kohlenstoffeisen ist, sondern Cyaneisen (vielleicht auch Stickstoffeisen) beigemengt enthält; ich erinnere hierbei an die der neueren Zeit angehörende Entdeckung Wöhler's, daß die ebenfalls durch den Hohofenproceß entstehenden Titanwürfel kein metallisches Titan, sondern Stickstofftitan-Titancyanür ($3\,Ti_3N + Ti\,C_2N$) sind. Wie bedeutend die Erzeugung von Cyanmetallen bei den mit Steinkohlen betriebenen Hohöfen sein mag, geht aus einer Untersuchung von Bunsen und Playfair über den Proceß der englischen Roheisenbereitung hervor, nach welcher in einem Hohofen täglich gegen 225 Pfund Cyankalium erzeugt werden. Eck zu Königshütte in Oberschlesien bemerkte auch die Bildung von Cyankalium und Rhodankalium; er berechnete aus dem Kaligehalte des Eisenerzes (Thoneisenstein), des Zuschlages und der Steinkohlen, daß im Ofen zu Königshütte täglich $35^1/_2$ Pfund Cyankalium gebildet werden können.

Gichtgase. Wenn man bedenkt, daß in den Hohöfen unter den den günstigsten nahe liegenden Verhältnissen nur 16,55 Proc. Brennmaterial im Ofen zur Realisation gelangen, während 83,45 Proc. aber in der Gicht in der Form brennbarer Gase verloren gehen, so lag es auf der Hand, diese Gichtgase anzuwenden, und dies ist auch mit dem glücklichsten Erfolge zum Brennmaterial; zum Schmelzen und Frischen des Eisens, zum Ausschweißen des gefrischten Eisens in Flammenöfen, zum Erwärmen der Gebläseluft u. s. w.

Anwendung derselben zur Darstellung von Salmiak. geschehen. Die Anwendung derselben scheint aber noch keineswegs erschöpft, denn Bunsen und Playfair fanden, daß die Gase der Steinkohlenhohöfen Ammoniak in solcher Menge enthalten, daß

dessen Gegenwart besonders in den tieferen Theilen des Ofenschachts schon durch den Geruch zu erkennen ist. Die genannten Chemiker gelangten zur Ueberzeugung, daß die Verwerthung des Ammoniaks auf die einfachste Weise ausgeführt werden könne, indem man die Gase vor ihrer Verwendung als Brennmaterial durch einen mit Salzsäure versehenen Condensationsraum leitet. Wenn man die durch die Verdichtung des Ammoniaks erhaltene Salmiaklösung fortwährend in die Pfanne eines geeigneten Flammenofens fließen läßt, in welchem man einen kleinen Theil des Gasstromes über der Flüssigkeit verbrennt, so läßt sich der Abdampfungsproceß dergestalt reguliren, daß man den Salmiak in einer fortwährend abfließenden, concentrirten Lösung als metallurgisches Nebenproduct erhält. Aus dem Alfreton-Hohofen in England könnte man auf diese Weise täglich 2,14 Centner Salmiak als Nebenproduct, ohne erhebliche Kostenerhöhung des Betriebes und ohne die mindeste Störung des Eisenprocesses gewinnen. Was die Ammoniakbildung hierbei anbelangt, so hängt sie mit der oben erwähnten Cyanbildung zusammen. Wir wissen, daß z. B. Cyankalium, wenn es mit Wasserdämpfen zusammenkommt, in Ammoniak und ameisensaures Kali zerfällt ($KC_2N + 4\ HO = NH_3 + KO,\ C_2HO_3$), ebenso wie umgekehrt aus ameisensaurem Ammoniak, indem wir aus demselben allen Sauerstoff in Form von Wasser austreten lassen, Cyanwasserstoffsäure gebildet wird ($NH_3, HO, C_2HO_3 - 4\ HO = C_2NH$).

Roheisen oder Gußeisen.

Roheisen. Das durch den Hohofenproceß erhaltene Eisen heißt das Roheisen oder Gußeisen. Dasselbe besteht aus Eisen, Kohlenstoff, Silicium, Schwefel, Phosphor, Aluminium. Von dem Kohlenstoffgehalte ist die Farbe und die Beschaffenheit des Roheisens abhängig. Ehedem glaubte man, daß die mehr oder weniger dunkle Farbe des Roheisens von einem größeren oder geringeren Kohlenstoffgehalte abhängig sei, so daß die dunkelste Sorte die größte Menge und die hellste die geringste Menge Kohlenstoff enthielte. Karsten wies aber nach, daß vielmehr die verschiedene Art und Weise, wie der Kohlenstoff im Roheisen vorkommt, die Beschaffenheit desselben bedingt, daß ein Theil des Kohlenstoffs mit dem Eisen chemisch verbunden sei, während der größte Theil des Kohlenstoffs dem Eisen nur mechanisch in Form von Graphit beigemengt wäre. Man unterscheidet weißes und graues Roheisen.

Weißes Roheisen.

Das weiße Roheisen (fonte blanche) ist von silberweißer Farbe, starkem Glanze und zeigt spiegelnde Flächen, das specifische

Gewicht = 7,5. Zuweilen lassen sich in demselben Prismen erkennen, man nennt es dann Spiegeleisen oder Spiegelfloß (Rohstahleisen, Rohstahlfloß). Wird das Gefüge des weißen Roheisens strahlig-faserig und geht die Farbe desselben ins bläulichgraue über, so heißt die Varietät blumiges Floß. Wenn die weiße Farbe noch mehr verschwindet und die Bruchflächen anfangen zackig zu werden, so erhält man eine zwischen dem weißen und grauen Roheisen in der Mitte stehende Varietät, das luckige Floß.

Graues Roheisen. Das graue Roheisen (fonte grise) ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Farbe, körnigem bis feinschuppigem Gefüge. Das spec. Gewicht desselben ist im Mittel = 7,0. — Wenn in einem Stücke beide Roheisensorten, entweder in besonderen Lagen oder das eine in die Masse des andern zerstreut vorkommen, so heißt ein solches Eisen halbirtes Roheisen (fonte truitée). Der chemische Unterschied zwischen weißem und grauem Roheisen liegt darin, daß ersteres nur chemisch gebundenen Kohlenstoff (4 — 5 Proc.), letzteres wenig gebundenen Kohlenstoff (0,5 — 2 Proc.), aber viel mechanisch beigemengten (1,3 — 3,7 Proc.) enthält. In Bezug auf den Schmelzpunkt des Roheisens ist zu erwähnen, daß das weiße Roheisen, das am meisten Kohlenstoff enthält, am leichtesten schmilzt; das graue Roheisen ist viel dünnflüssiger als das weiße; letzteres ist nicht schweißbar, auch das graue ist nur schwierig zu schweißen. Wegen der dünnflüssigeren Beschaffenheit wird das graue Roheisen vorzüglich zu Gußwaaren angewendet.

Auf die Beschaffenheit des aus dem Hohofen erhaltenen Roheisens ist nicht nur die Beschickung, sondern auch hauptsächlich die Temperatur des Ofens von größtem Einflusse. Es scheint, als ob sich im Hohofen bei jeder Beschickung zuerst stets weißes Roheisen bildet und daß dieses erst bei sehr gesteigerter Temperatur in graues Roheisen überzugehen vermag.

Die Resultate der chemischen Untersuchung einiger Roheisensorten mögen die Zusammensetzung des Roheisens im Allgemeinen veranschaulichen:

1. Spiegeleisen aus 14 Th. Spatheisenstein, 9 Th. Brauneisenstein erhalten (Hammerhütte).
2. Blumiges Floß aus Steyermark.
3. Weißes Roheisen.
4. Halbirtes Roheisen.
5. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein mit Holzkohle).

6. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein und Spatheisenstein).
7. Graues Roheisen (aus ockrigem Brauneisenstein mit Koks erblasen).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Gebundener Kohlenstoff	5,14	4,92	2,91	2,78	0,89	1,03	0,58
Graphit	0	0	0	1,99	3,71	3,62	2,57
Schwefel	0,02	0,017	0,01	0	—	—	—
Phosphor	0,08	0	0,08	1,23	—	—	—
Silicium	0,55	0	0	0,71	—	—	—
Mangan	4,49	0	1,79	0	—	—	—

Das Zeichen —, daß auf den Körper nicht geprüft, das Zeichen 0, daß der Körper nicht gefunden wurde.

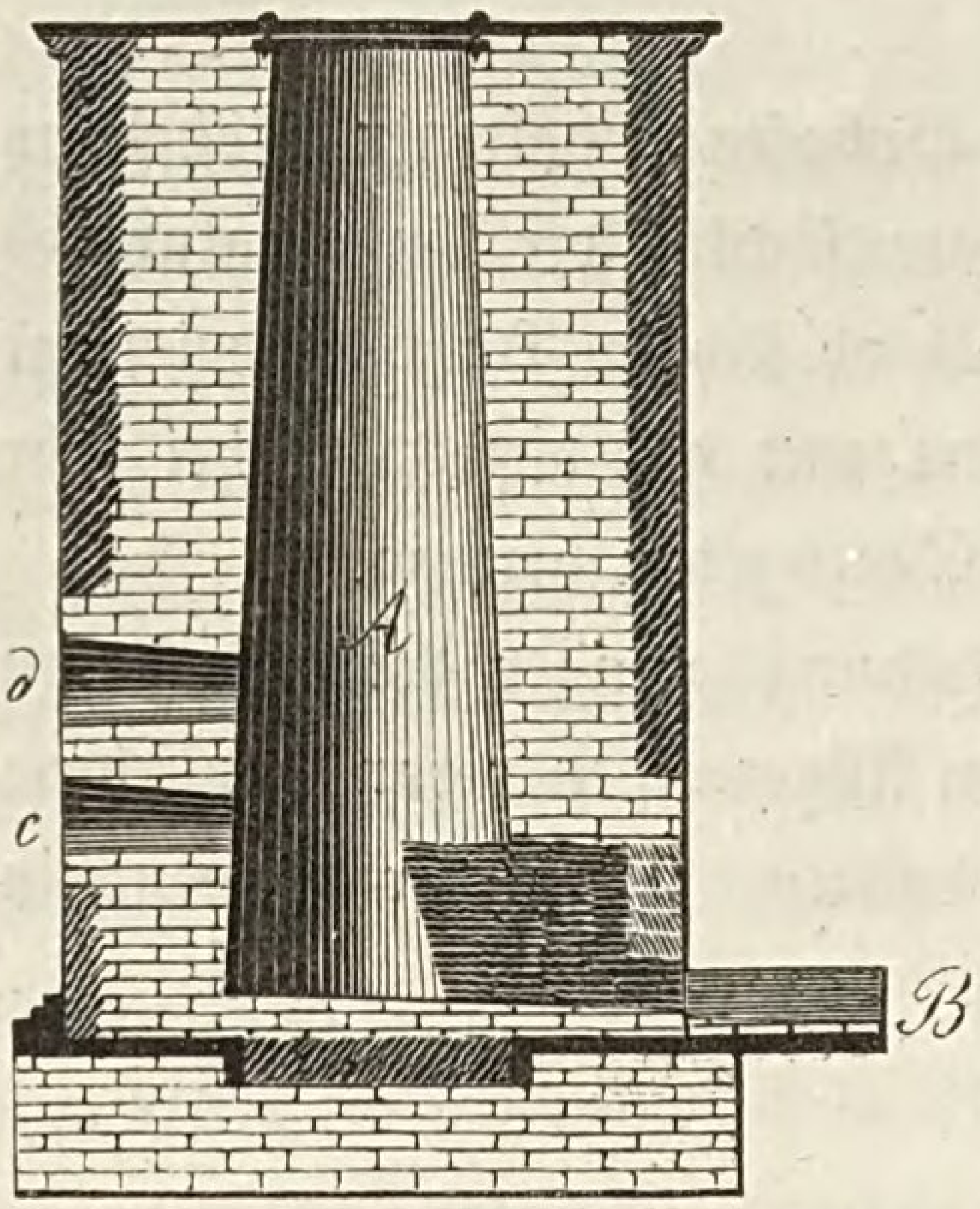
Eisengießerei. Umschmelzen des Roheisens.

Obgleich das Gießen des Eisens direct aus dem Hohofen geschehen kann, zieht man es vor, die Flossen oder Gänze umzuschmelzen, dies geschieht entweder in Tiegeln, in Schachtöfen (Cupolo-Oefen) oder in Flammenöfen. Tiegel (von Graphit oder feuerbeständigem Thon) wendet man nur zum Gießen kleiner Gegenstände an, man schmilzt gewöhnlich darin 5—8 Pfund. Am häufigsten

Schacht- oder Cupoloofen.

findet der Schacht- oder Cupoloofen Anwendung; beistehende Zeichnung (Fig. 45) zeigt einen solchen Ofen; er besteht aus einem cylindrischen Schachtofen von 8—10 Fuß Höhe, in welchem man durch die Gicht das Roheisen und das Brennmaterial (Holzkohlen oder Koks) schichtweise in den Schacht A einträgt; die Oeffnungen c und d dienen zur Einführung der Düsen des Gebläses. Die nach der Rinne B führende Oeffnung ist während des Schmelzens verschlossen; wenn das geschmolzene Eisen die Oeffnung c erreicht hat, wird dieselbe vermittelst Thon verschlossen und die zuerst in c befindliche Düse in die Oeffnung d gelegt. Das geschmolzene Eisen wird entweder in die Form unmittelbar geleitet,

Fig. 45.



oder in eiserne, mit Thon überstrichene Gießpfannen gelassen und nach der Form hingetragen. Auch hierbei hat die Benutzung von heißer Gebläseluft

bedeutende Ersparniß an Brennmaterial zur Folge gehabt. — Das Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen endlich geht in einem gewöhnlichen Flammenofen auf die Weise vor sich, daß man das Eisen auf der Sohle desselben schmelzen läßt und dann absticht. Als Brennmaterial eignet sich Steinkohle. In einem Flammenofen lassen sich mehr als fünfzig Centner Roheisen auf einmal umschmelzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß das Roheisen während des Umschmelzens in Flammenöfen mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, dadurch theilweise entkohlt und zu Gußwaaren untauglich wird.

Flammenofen.

Die Formen.

Zu den Formen wendet man gleichkörnigen, mit Kohlenstaub gemengten, thonhaltigen Sand an, der durch seinen Thongehalt plastisch ist. Die Form muß an vielen Stellen durchlöchert sein, um den bei der großen Hitze des schmelzenden Eisens sich entwickelnden Wasserdämpfen einen Ausgang zu gestatten. Nach dem Gießen bewahrt man die Oberfläche des Eisens durch aufgestreutes Kohlenpulver vor der Oxydation. Je nachdem man einfache Gegenstände, die an der einen Seite eben sind, wie z. B. Ofenplatten, oder zusammengesetzte Gußwaaren wie Töpfe u. s. w. anfertigen will, unterscheidet man Heerd- und Kastenförmerei. Bei großen Gegenständen wie bei Kanonen, bei welchen man das Zusammenstürzen der Sandform zu fürchten hat, bedient man sich zum Modell der sogenannten Masse, d. h. eines mit vielem Thon gemengten fetten Sandes. Zum Gießen von Glocken, Kesseln und dergl. fertigt man die Form von Lehm an. Wenn man beabsichtigt, die harten Oberflächen mit Meißel oder Feile zu bearbeiten, so macht man das Eisen weich und weniger spröde, indem man dasselbe adoucirt oder tempert, d. h. in Sand, Asche, Kohlenpulver einpackt, einige Stunden lang glüht, und in dieser Umhüllung erkalten läßt. Bei einem gewissen Hitzgrade ist das Eisen so weich, daß es gesägt werden kann. Nach vollendetem Guß feilt man die vorhandenen Gießnähte hinweg und überzieht die gegossenen Gegenstände mit einem Firniß von Steinkohlentheer und Graphit, oder Leinölfirniß und Kienruß. Die eisernen Kochgeschirre pflegt man auf der inneren Seite zu emailliren; dies geschieht, indem man die Fläche durch verdünnte Schwefelsäure von Oxyd befreit, einen aus Borax, Quarz, Feldspath, Thon und Wasser bestehenden Brei in dem Gefäße umherschwenkt, auf den feuchten Ueberzug ein feines Pulver von Feldspath, Soda, Borax und Zinnoxyd streut, und darauf die Geschirre in einer Muffel bis zum

Emailliren von eisernen Geschirren.

Schmelzen der Glasmasse erhitzt. Das in Frankreich fabricirte glasirte Eisen (fer contre oxydé) ist ein ähnliches emaillirtes Eisen. Die Glasurmasse wird durch Zusammenschmelzen von 130 Theilen Flintglaspulver, 20½ Th. kohlensaurem Natron und 12 Th. Borsäure dargestellt. Man benutzt das glasirte Eisen hauptsächlich statt der Zinkgefäße und verzinnter Blechgeschirre, namentlich verfertigt man daraus Zuckerhutformen und Krystallisirgefäße für Stearinsäure.

Stabeisen oder Frischeisen.

Stabeisen oder Frischeisen. Derjenige Proceß, durch welchen das Roheisen in Stabeisen oder Frischeisen verwandelt wird, heißt der Frischproceß; er beruht der Hauptsache nach auf der Entfernung der größten Menge des Kohlenstoffs des Roheisens. Der Frischproceß oder das Frischen geht entweder vor sich:

1) auf Heerden (Heerdfrischung oder deutscher Frischproceß),

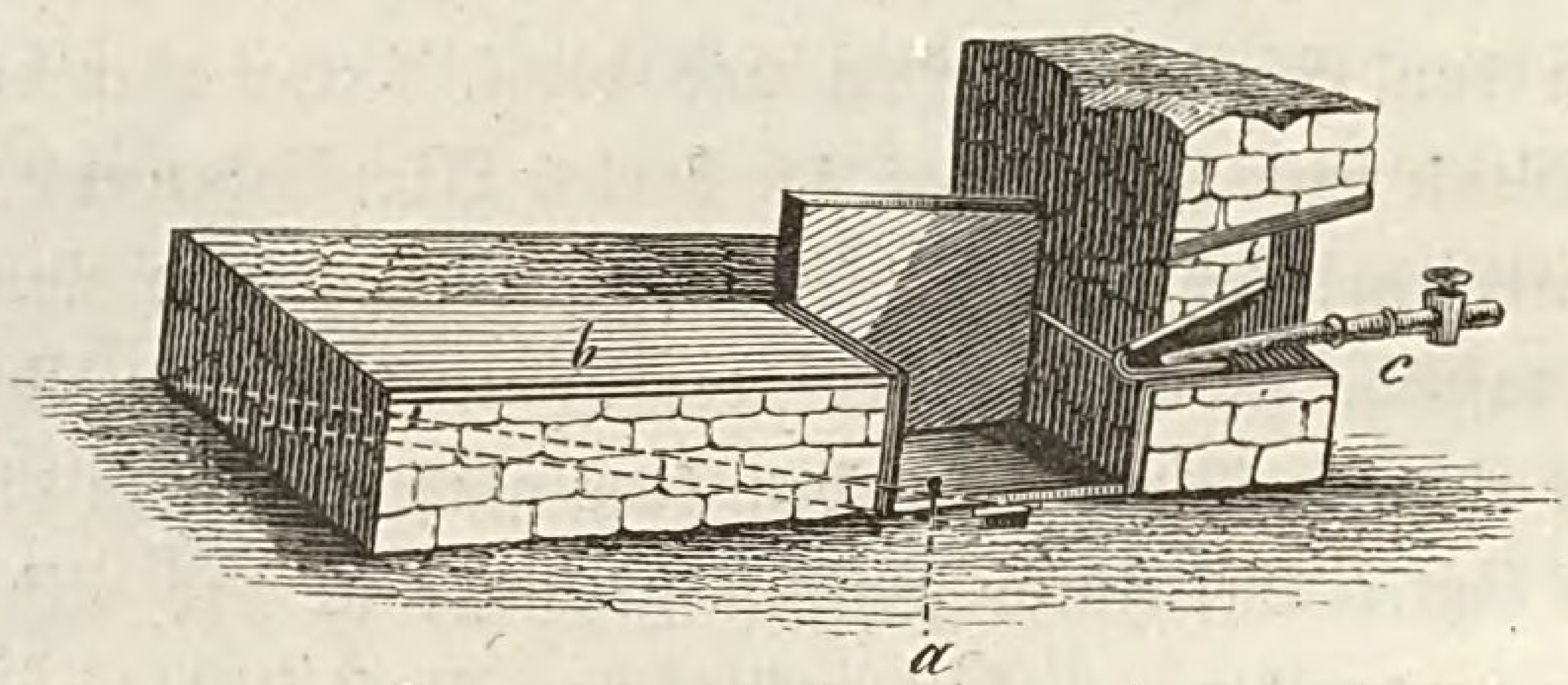
oder

2) in Flammenöfen (Puddlingsproceß oder englischer Frischproceß).

Heerdfrischung.

Bei der Heerdfrischung wird das Gußeisen in Platten von 3—4 Ellen Länge, ½ Elle Breite und 2—3 Zoll Stärke in dem vertieften vierseitigen Feuerraum a des Heerdes b (Fig. 46) eingeschmolzen. Diese Vertiefung ist mit eisernen Platten ausgelegt und erhält durch die

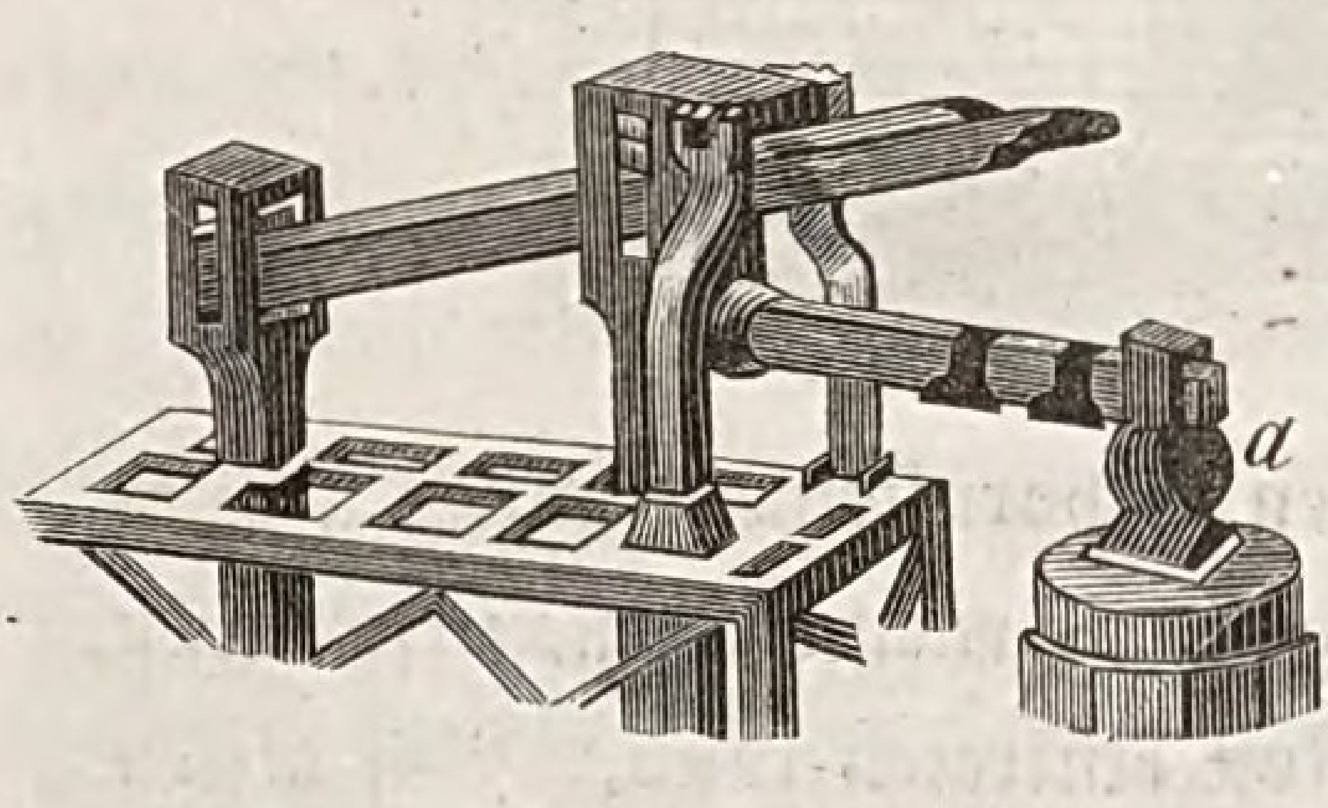
Fig. 46.



Düse c die nöthige Gebläseluft zugeführt. Zuerst füllt man den Feuerraum mit glühenden Holzkohlen, läßt das Gebläse an und bringt das Roheisen in Ganzen auf den Heerd b, das in dem Maße in die Heerdvertiefung geschoben wird, als es an der vorderen Seite abschmilzt. Durch die Gebläseluft wird fortwährend Kohlenstoff aus dem Roheisen zu Kohlensäure verbrannt und das Roheisen entkohlt. Der den Gänzen anhängende Sand, die durch Oxydation des Siliciums des Roheisens entstandene, so wie die durch die Holzkohlenasche in die Masse gelangte Kieselerde kommen ebenfalls

bei der Reduction in Betracht; diese Körper verbinden sich nämlich mit dem gleichzeitig entstehenden Eisenoxydul zu basisch kieselsaurem Eisenoxydul ($SiO_3 + 3\,FeO$), zu der sogenannten Rohschlacke (in 100 Theilen: 68,84 Eisenoxydul und 31,16 Kieselsäure) *), die über dem geschmolzenen Eisen steht und während des Einschmelzens von Zeit zu Zeit abgelassen wird, ohne das Eisen jedoch gänzlich von der Schlacke zu entblößen. Diese Schlacke wird zu der nächsten Schmelzung mit Eisenhammerschlag (Oxydul-Oxyd) gemengt, gegeben, um die Entkohlung des Eisens zu bewirken. Wenn man nämlich Roheisen (Kohleneisen) mit Eisenoxyduloxyd und basisch kieselsaurem Eisenoxydul glüht, so giebt das Eisenoxyduloxyd an den Kohlenstoff des Roheisens Sauerstoff ab, und es bilden sich Kohlenoxyd und Stabeisen. Bei der Frischung werden auch alle anderen in dem Roheisen enthaltenen Stoffe wie Aluminium, Phosphor u. s. w. in die Schlacke getrieben. — Nach dem Einschmelzen des Eisens werden die Schlacken abgelassen und die Eisenstücken unter häufigem Wenden dem Wind des Gebläses ausgesetzt; das Eisen wird, indem es immer mehr und mehr seinen Kohlenstoff verliert, dünnflüssiger und schmilzt ab. Dieser Proceß (das Rohaufbrechen) wird so lange fortgesetzt, bis das Eisen gahr ist. Die sich nach dem Rohaufbrechen bildende Schlacke wird um so reicher an Eisenoxydul, je mehr sich das Eisen der Gahre nähert, wodurch sie endlich zur Gahrschlacke ($SiO_3 + 6\,FeO$) wird, welche eben so wie die mit Hammerschlag versetzte Rohschlacke als Zusatz zur Beförderung der Entkohlung des Eisens benutzt wird. Nach dem Rohaufbrechen nimmt der Frischer das Gahraufbrechen vor, das darin besteht, die ganze Eisenmasse durch verstärkte Hitze halbflüssig zu machen, damit sich die Schlacke abscheide. Nach beendigtem Gahreinschmelzen hebt man die gefrischte Eisenmasse (Deul, Luppe, Klump, Wolf) aus dem Feuer heraus und bringt sie noch glühend unter den Aufwerfhammer a (Fig. 47), welcher durch eine Welle und durch Daumen in Bewegung gesetzt wird. Durch die

Fig. 47.



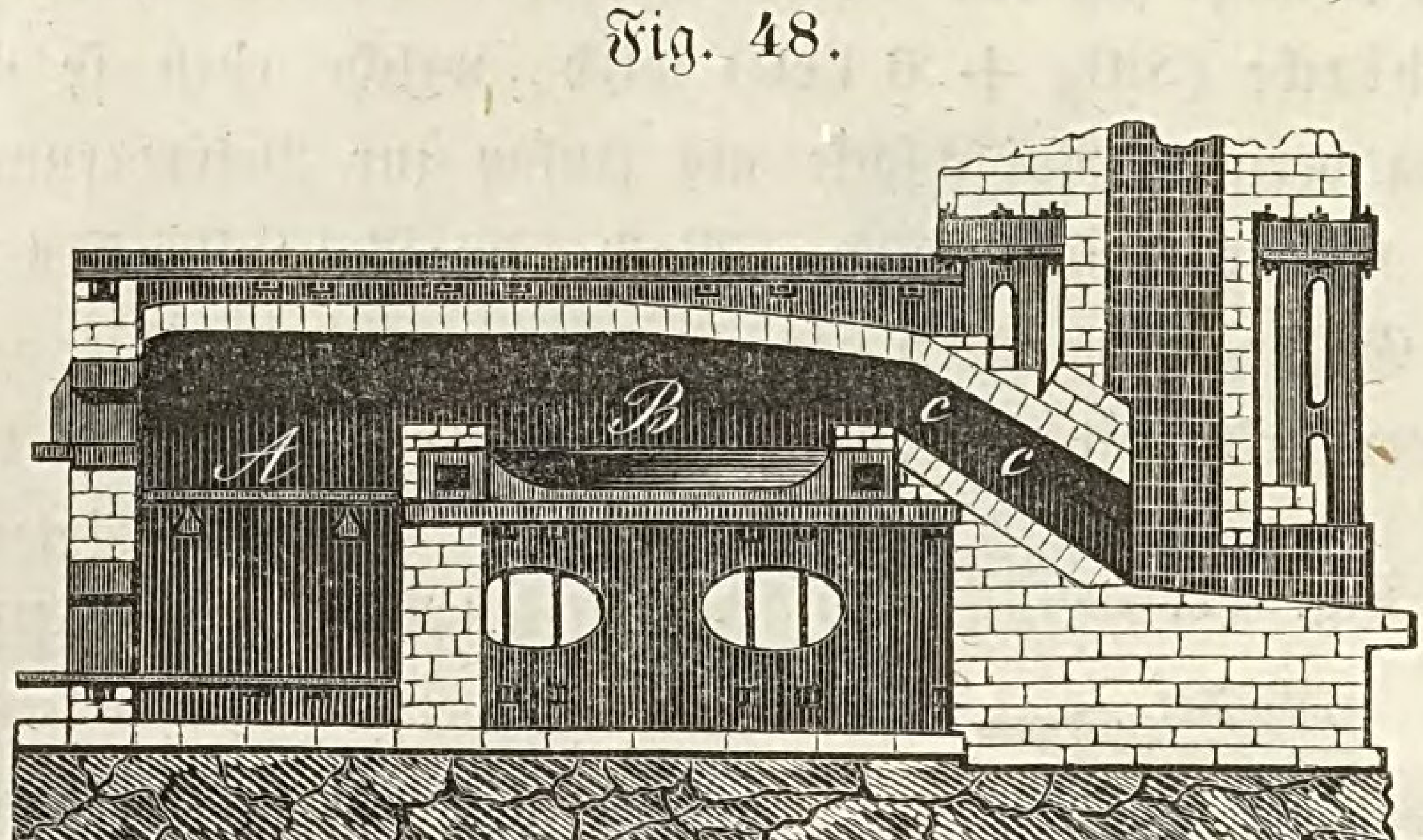
*) Mitscherlich hat gezeigt, daß die nicht selten krystallisirt vorkommende Schlacke die Zusammensetzung und die Krystallform des Olivins besitzt.

Schläge des Hammers werden alle Schlackentheile ausgepreßt. Der Deul wird darauf mit einem Messer in Stücke zerschnitten und diese dann zu Stäben ausgeschmiedet. Aus 100 Theilen Roheisen erhält man im Durchschnitt 70 — 75 Th. Stabeisen.

Schwedischer Frischproceß. Der schwedische Frischproceß (die Wallonenschmiede) unterscheidet sich von der deutschen Frischung dadurch, daß nur geringe Mengen des Eisens auf einmal in Arbeit kommen und daß man keine Schlacke zusetzt. Die Entkohlung geht daher nur durch den Sauerstoff der Luft vor sich. Dieses Verfahren erfordert viel Brennmaterial, auch oxydirt sich ein nicht unbedeutender Theil des Eisens; das erhaltene Eisen enthält aber keine Schlacke und ist daher dichter.

Puddlingsproceß. Der Puddlingsproceß oder das Frischen im Flammenofen. In Ländern, in denen wie in England, die Holzkohlen wegen ihres hohen Preises zum Frischen des Roheisens nicht angewendet werden können, benutzt man die Steinkohlen. Da aber wegen des Schwefelgehaltes der Steinkohlen eine unmittelbare Berührung derselben mit dem Eisen vermieden werden muß, so wendet man zum Entkohlen des Roheisens Flammenöfen (Puddlingsöfen) an. Figur 48 zeigt einen Puddlingsöfen. Puddlingsofen in Durchschnitt, A ist der Rost, B der Puddlingsheerd und

Fig. 48.

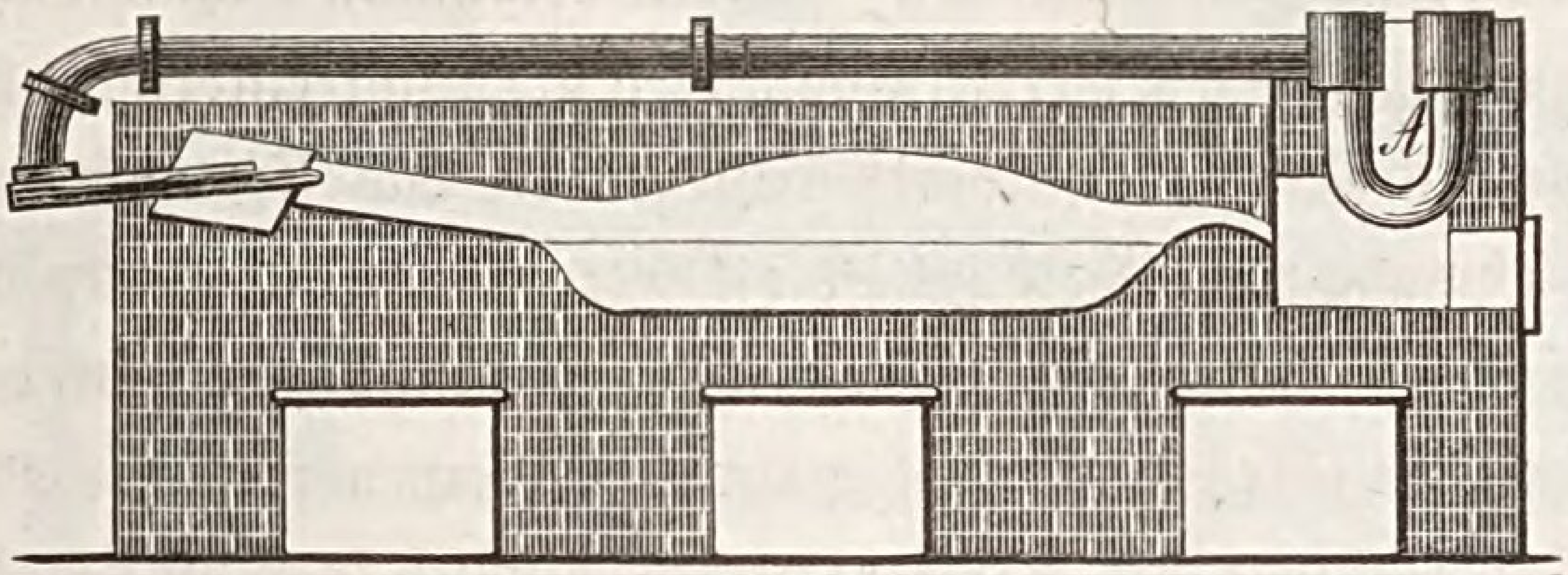


c c der Kanal, durch welchen die Gase in den Schornstein gelangen. Der Puddlingsheerd B besteht aus einem viereckigen, eisernen Kasten, in welchen atmosphärische Luft ungehindert durch den Rost eintreten kann. Auf diesen Heerd bringt man eine Decke von Frischschlacken, zu welchen man Hammerschlag gesetzt hat und erhitzt die Masse, bis ihre Oberfläche weich geworden ist. Das zu entkohlende Eisen wird in Quantitäten von 300 — 350 Pfd.

bis zum Erweichen erhitzt, sodann mittelst einer Krücke über die Heerdsohle des Ofens ausgebreitet und unter fortwährendem Erhitzen umgerührt (gepuddelt). Auf dem breiigen Eisen zeigen sich blaue Flämmchen von brennendem Kohlenoxydgase und das Eisen wird zäher und steifer. Der größte Theil der beim Puddlingsproceß sich bildenden Schlacke fließt vorn im Ofen von dem Eisen ab, und wird von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung abgelassen. Nach beendigtem Puddeln vereinigt man das auf der Heerdsohle ausgebreitete Eisen zu Bällen und befreit es unter dem Stirnhammer oder durch ein Quetschwerk von der Schlacke.

Mit Gas. Beiläufig sei bemerkt, daß man jetzt häufig, anstatt den Flammenofen mittelst Steinkohlen und atmosphärischer Luft zu heizen, Gichtgase als Brennmaterial anwendet, welche, wie aus Fig. 49 zu ersehen, in der gebogenen Röhre A durch die Wärme des Flammenofens

Fig. 49.



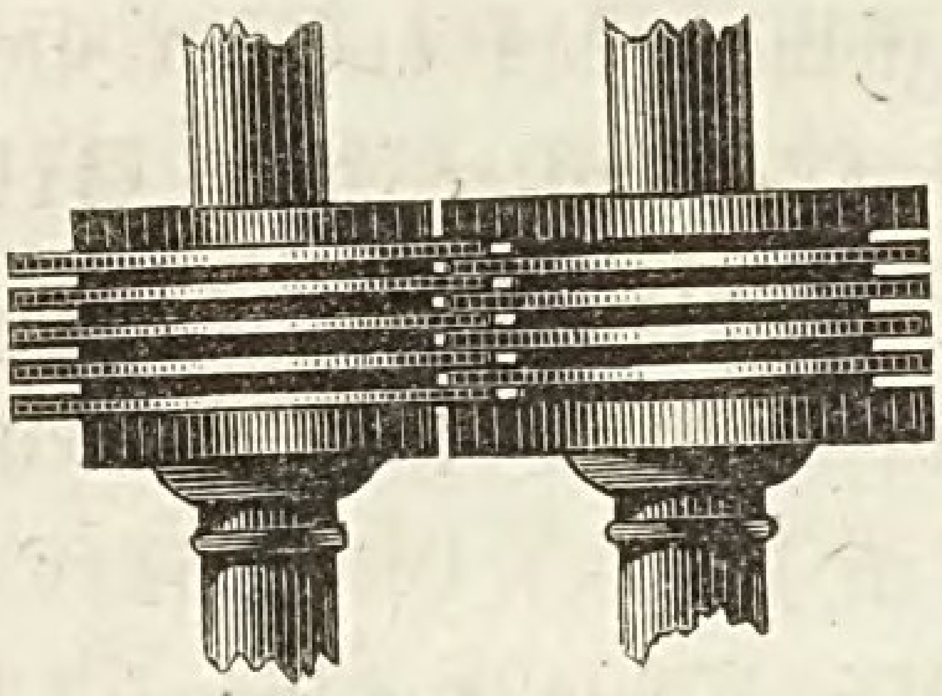
erhitzt werden. Anstatt der Gichtgase wendet man jetzt häufig beim Frischen des Eisens in Flammenöfen Generator-Gase an. So nennt man die in einer schachtförmigen Vorrichtung — dem Generator — durch unvollständige Verbrennung von Brennmaterial (Steinkohlen oder Braunkohlen) erzeugten brennbaren Gase von ähnlicher Zusammensetzung wie die Gichtgase. Der Generator ist unmittelbar bei dem Flammenofen angelegt, so daß die darin erzeugten Gase fast eben so heiß zur Verbrennung gelangen, als sie aus dem Generator entweichen. Der Hauptvortheil der Heizung mit Generator-Gasen liegt darin, daß zu ihrer Erzeugung ein solches Brennmaterial benutzt werden kann, das seiner minderen Güte wegen außerdem zur Eisengewinnung nicht brauchbar sein würde.

Verarbeitung des Stabeisens. Man verarbeitet das Stab- oder Schmiedeeisen, das durch den Stirnhammer, durch Quetschwerke oder Walzwerke von den Schlacken befreit worden ist, zu dünnen Stangen auf Schneidewerken,

welche (Fig. 50) aus abwechselnd größeren und kleineren verstählten Scheiben, die auf eisernen Wellen fest eingekeilt sind, bestehen.

Blechfabrikation. Das zur Blechfabrikation angewendete Eisen muß weich und dehnbar sein. Man unterscheidet größere und kleinere Bleche. Da die letzteren gewöhnlich verzinnt werden, nennt man auch diese Weißbleche, die größeren Schwarzbleche. Bei der Anfertigung des Schwarzbleches wird das Stabeisen glühend, so wie es aus den Walzen herauskommt, vermittelst der Blechscheere in Stücke (Stürze) zerschnitten, und diese nach dem Erhitzen in einem Flammenofen zwischen zwei glatten Walzen gestreckt. Die Stürze gehen viermal durch die Walzen, wobei nach jedesmaligem Durchgange die Walzen enger zusammengeschraubt werden. Bevor die Stürze unter die Walzen kommen, muß das Oxyd (der Glühspan) abgeschlagen werden, damit er sich nicht eindrücke. Früher und auch noch jetzt stellt man in einigen Gegenden das Eisenblech durch Hämmern dar; obwohl auf diese Weise die Bleche nicht vollkommen gleichmäßig hergestellt werden können, so zieht man sie dennoch zu gewissen Zwecken, wie z. B. zu Dampfkesseln, den gewalzten Blechen vor. Die Anfertigung des Weißbleches ist der des Schwarzbleches ähnlich. Von der Verzinnung des Weißbleches wird bei dem Zinn die Rede sein.

Fig. 50.



Drahtfabrikation. Zur Drahtfabrikation benutzt man ein zähes, etwas hartes, aber festes Eisen. Ehedem benutzte man Zangen, mit deren Hülfe man das Eisen durch Löcher zu Draht zog; jetzt wendet man für die gröberen Sorten Walzwerke, für die feineren Sorten Zieheisen an.

Die Anwendung des Walzwerkes erstreckt sich nur auf die dickeren Sorten Eisendraht bis etwa zu $^1/_4$ Zoll herab. Ein hierzu anwendbares Walzwerk besteht aus drei Walzen mit correspondirenden runden Rinnen, die bei ihrer Umdrehung die zwischen sie gesteckten Eisenstangen fassen, und in die Form jener Rinnen pressen. Die Walzen des Walzwerkes werden mit solcher Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, daß sie 240 Umläufe in einer Minute machen. Da ihr Durchmesser 8 Zoll beträgt, so ist die Umfangsgeschwindigkeit = 8,37 Fuß in einer Secunde, oder 8 Fuß $4^1/_2$ Zoll Draht kommen in einer Secunde aus den Walzen hervor.

Der feinere Draht wird verfertigt, indem man gröberen Draht durch zweckmäßig gestaltete, unbewegliche Oeffnungen in harten Körpern zieht, und dieses Durchziehen in fortschreitend kleineren Löchern wiederholt, bis die erforderliche Feinheit des Drahtes erfolgt ist. Der ausgeglühte Draht, der bis zu $4^1/_2$ Linie im Durchmesser ausgewalzt worden ist, wird auf die Haspel A (Fig. 51) gelegt. Das eine vorn etwas zugespitzte Ende des Drahtes steckt man durch das Loch des Zieheisens B, dessen Durchmesser etwas kleiner als der des Drahtes ist, befestigt ihn an den Haken c (Fig. 52) der konisch geformten Trommel oder Leyer C, welche durch die horizontale Betriebswelle D (Fig. 51) und durch in einander eingreifende konische Räder in Bewegung gesetzt wird. Durch eine mechanische Ausrückung kann die Trommel in Ruhe oder Bewegung gesetzt werden. Der Fig. 52 abgebildete Durchschnitt derselben, so wie die Zeichnung Fig. 51 macht jede weitere Beschreibung unnöthig. Die Gestalt der Ziehlöcher ist für den Erfolg des Drahtziehens von großer Bedeutung. Zur Erzielung von rundem und schönem Draht müssen die Ziehlöcher völlig kreisförmig und möglichst glatt sein. Wären die Löcher durch die ganze Dicke der Zieh=

Fig. 51.

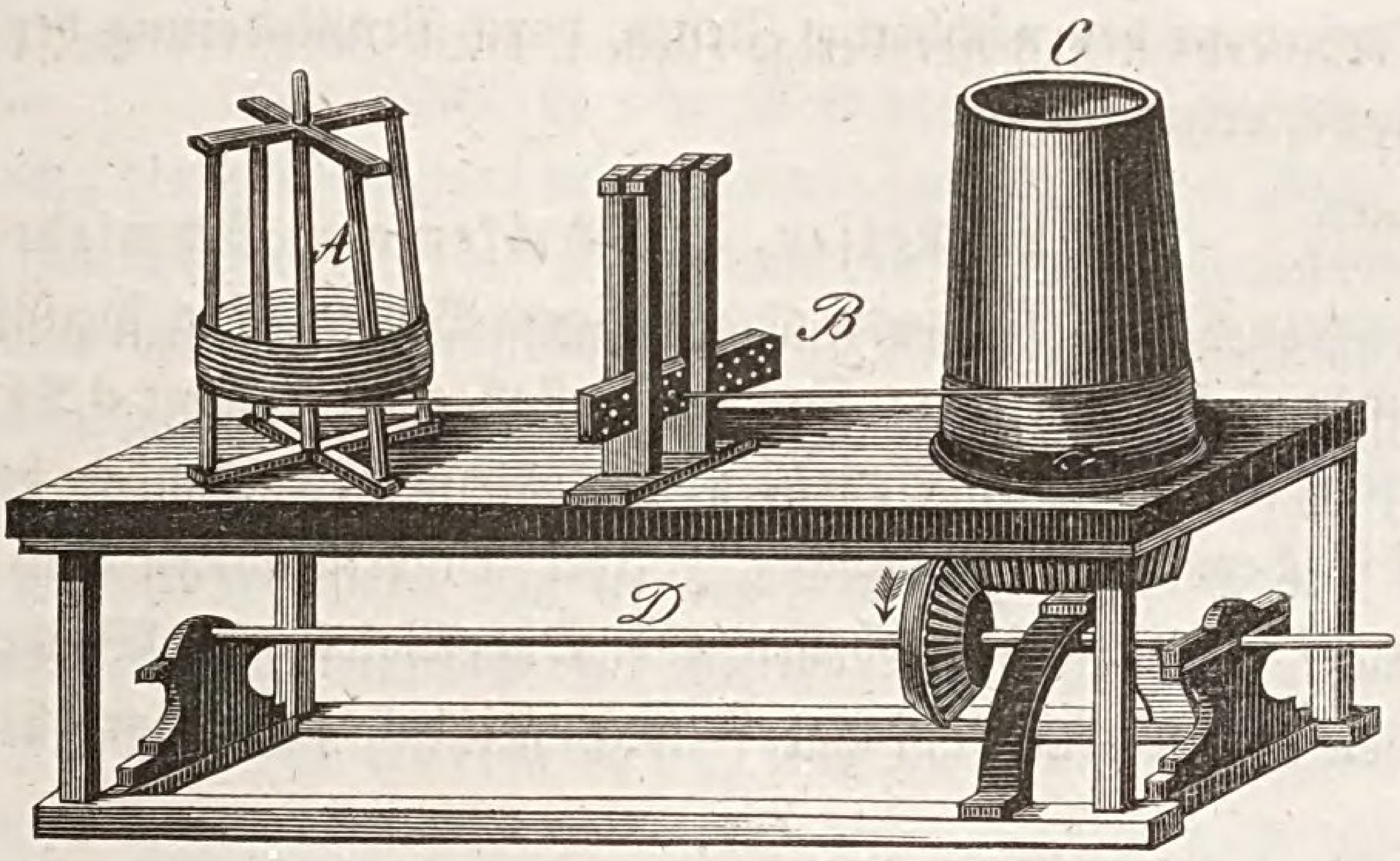
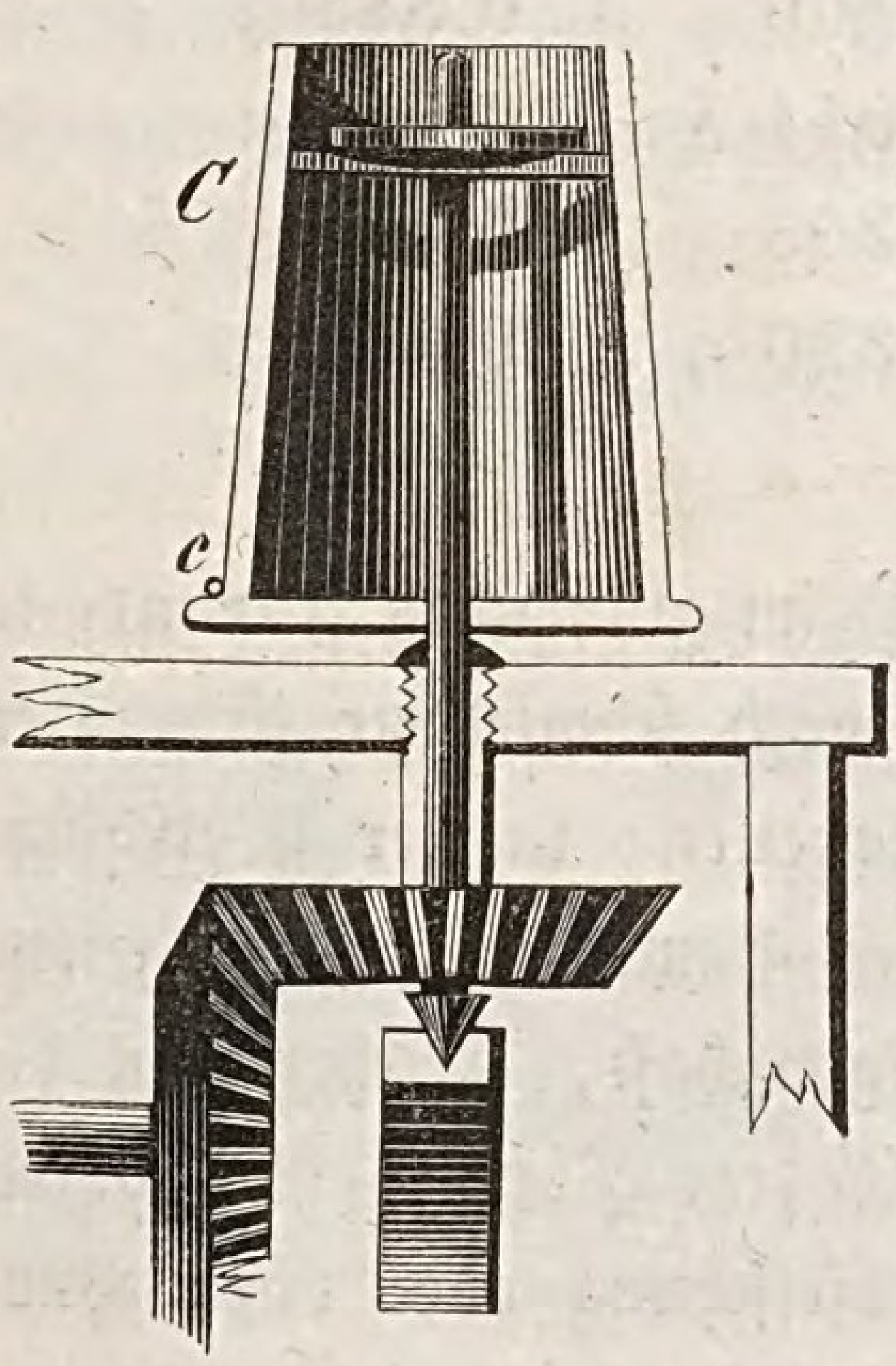


Fig. 52.



platte cylindrisch, d. h. von gleichbleibendem Durchmesser, so würde in den meisten Fällen der durchzuziehende Draht eher abreißen, als sich plötzlich verdünnen lassen. Aus diesem Grunde macht man im Allgemeinen die Löcher trichterförmig. Die Zieheisen bestehen aus Stahl; zum Ziehen feiner Drähte setzt man auch gebohrte Edelsteine an die Stelle der Zieheisen. Der Eisendraht läßt sich kaum öfter als drei bis fünf Mal ziehen, ohne des Glühens bedürftig zu sein. Wird der Draht in nicht ganz verschlossenen Gefäßen geglüht, so bildet sich auf der Oberfläche Oxyd, welches vor dem wiederholten Ziehen durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure sorgfältig entfernt werden muß. Man hat gefunden, daß, wenn in der Säure etwas Kupfervitriol aufgelöst wird, die auf dem Eisen sich niederschlagende, äußerst dünne Kupferhaut das nachherige Ziehen, durch Verminderung der Reibung im Ziehloche, erleichtert.

Eigenschaften des Stabeisens.

Das Stabeisen, Frischeisen oder Schmiedeeisen ist von hellgrauer Farbe, körnigem oder zackigem Bruche; sein specifisches Gewicht ist von 7,30 — 7,91. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,24 — 0,84 Proc., von welchem nur Spuren von Kohlenstoff mechanisch beigemengt sind. Die chemische Untersuchung einiger Stabeisensorten gab folgende Resultate: 1. Englisches Stabeisen aus Süd-Wales; 2. Weiches Stabeisen von Mägdesprung am Harz; 3. Schwedisches Dannemora-Eisen.

	1.	2.	3.
Eisen	98,904	98,963	98,775
Kohlenstoff . .	0,411	0,400	0,843
Silicium . . .	0,084	0,014	0,118
Mangan . . .	0,043	0,303	0,054
Kupfer . . .	—	0,320	0,068
Phosphor . .	0,401	—	—

Es ist wesentlich für das Schmiedeeisen, daß es im glühenden Zustande in kaltes Wasser getaucht, nicht spröde wird und noch schmiedbar ist. Das Schmiedeeisen schmilzt weit schwerer als das Roheisen; in der Weißglühhitze wird es weich, so daß zwei Stücke durch Hammerschläge zu einem einzigen vereinigt werden können. Diese Eigenschaft, welche man die Schweißbarkeit nennt, theilt das Eisen mit dem Platin, Palladium, Kalium und Natrium. — Das durch die Heerdfrischung oder durch Puddeln erhaltene Stabeisen ist mehr oder weniger mit fremden Substanzen

verunreinigt. Wenn es Schwefel, Arsenik oder Kupfer enthält, so zerbröckelt es, wenn es rothglühend gehämmert wird, man nennt dann das Eisen **rothbrüchig**; durch Silicium wird das Eisen hart und mürbe (**faulbrüchig**), durch Phosphor **kaltbrüchig**, d. h. es läßt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber beim Erkalten schon beim Biegen. Calcium macht das Stabeisen **hadrig**, d. h. es hört auf, schweißbar zu sein. Eisen, welches zu viel Phosphor enthält, wird davon befreit, indem man während des Puddelns in das geschmolzene Eisen ein Gemenge von Kochsalz, Braunstein und Thon einträgt.

Stahl.

Stahl. Der Stahl ist eine Verbindung des Eisens mit dem Kohlenstoffe, die in Bezug auf den Kohlenstoffgehalt in der Mitte zwischen Roheisen und Stabeisen steht. Man kann den Stahl gewinnen:

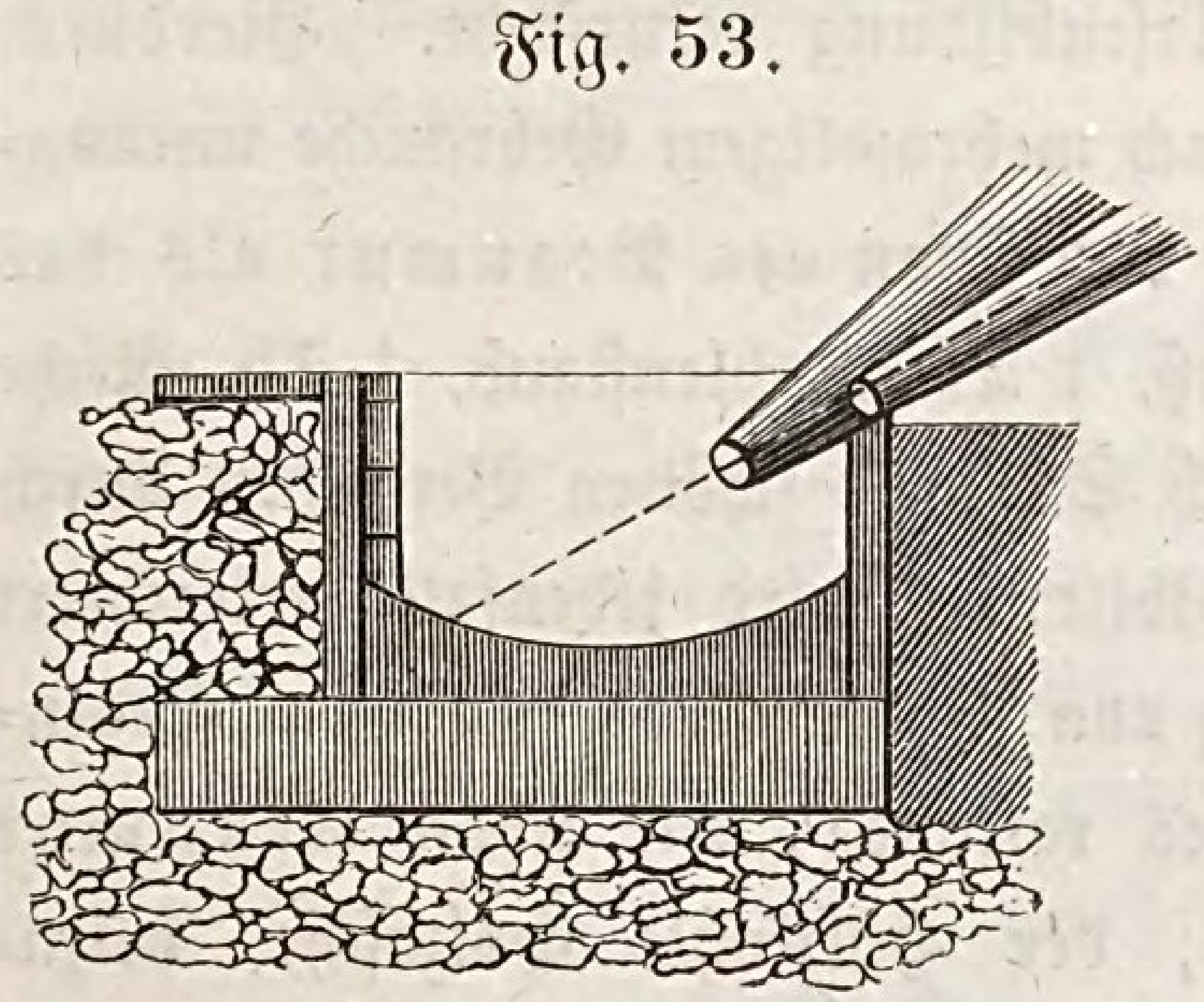
I. Indem man kohlenstoffreichem Eisen (Roheisen) Kohlenstoff entzieht.

II. Indem man zu kohlenstoffarmem Eisen (Stabeisen) Kohlenstoff hinzufügt.

Je nachdem der Stahl nach der ersten oder nach der zweiten Methode dargestellt worden ist, unterscheidet man **Frischstahl** und **Cementstahl**.

Frischstahl. Den **Frischstahl**, **Rohstahl**, natürlichen Stahl, Schmelzstahl erhält man aus weißem Roheisen, indem man dasselbe mit Kohle und Schlacke in einer Vertiefung (Fig. 53), ähnlich wie bei der Heerdfrischung, mit der Vorsicht erhitzt, daß die Gebläseluft nicht das Metall, sondern nur die Kohlen trifft. Die Operation darf nicht zu lange fortgesetzt werden, weil sonst aller Kohlenstoff verbrennen und der Stahl in Stabeisen umgewandelt werden würde. Um diesen Stahl gleichförmig zu machen, wird derselbe nach beendigtem Frischen gestreckt, zusammengebogen und wieder gestreckt. Er heißt dann **gegerbter Rohstahl** oder **Gerbstahl**.

Fig. 53.



Cementstahl. Der **Cement-** oder **Brennstahl** wird erhalten, indem

man Schmiedeeisen (am besten breite Eisenstäbe) in aus feuerfesten Steinen gebauten Cementiröfen mit Kohle oder kohlehaltigen Substanzen längere Zeit mit Sand überschichtet, glüht und im Ofen selbst ein bis zwei Tage lang erkalten läßt. Die kohlehaltigen Substanzen, die sogenannten Cementirpulver bestehen aus Kohlenpulver, Asche und Kochsalz. Clouet erhielt schon durch einstündiges Schmelzen von 20 Th. Eisen mit 6 Th. Graphit und 6 Th. Kalkstein guten Stahl. Der durch Cementiren erhaltene Stahl ist nach der Operation brüchig und von blätterigem Gefüge, und ist auf seiner Oberfläche gewöhnlich blasig (daher Blasenstahl). Durch Schmieden wird derselbe von den äußeren überkohlten Theilen befreit und durch Schweißen und Strecken in gleichförmigen gegerbten Cementstahl verwandelt.

Durch Leuchtgas.

Anstatt das Schmiedeeisen durch Glühen mit Kohle in Stahl zu verwandeln, erzeugte Macintosh Stahl, indem er einen langsam bewegten Strom von aus Steinkohlen dargestelltem Leuchtgas über erhitztes Eisen leitete. Bei der Fabrikation des Stahles durch Cementation kommt es hauptsächlich darauf an, die Operation zur rechten Zeit zu unterbrechen, weil außerdem durch Aufnahme von zu viel Kohlenstoff Roheisen erzeugt werden würde.

Theorie der Cementstahlbereitung.

Aus einer Untersuchung vom Professor Stein in Dresden, über die Theorie der Cementstahlbereitung geht hervor, daß, wie ich bereits vor mehreren Jahren ausgesprochen habe, das Cyan als Träger des Kohlenstoffs bei der Cementstahlbildung angesehen werden muß. Bekanntlich liefert auch Thierkohle ein weit wirksameres Cementirpulver als Holzkohle, da sich aus dem Stickstoff der Thierkohle sogleich Cyan bildet, welches mit dem Eisen zu Cyaneisen zusammentritt. Letzteres wird zersetzt in Kohlenstoffeisen (in diesem Falle: Stahl) und in Stickstoff, welcher, indem er entweicht, die Blasenbildung verursacht. Hierdurch erklärt es sich, warum Cementirpulver nach mehrmaligem Gebrauche untauglich wird. Dasjenige Cementirpulver, das schon von Reaumur als das beste erkannt wurde, und aus 2 Th. Ruß, 1 Th. Kohlenstaub, 1 Th. Asche und $1/2$ Th. Kochsalz besteht, wirkt nach Stein's schönen Versuchen durch Bildung von Cyankalium. Die Stahlbildung wird jedenfalls erleichtert und beschleunigt, wenn die zur Bildung von Cyankalium nöthigen Bedingungen erfüllt werden, und darum ist es rationell, wie schon Reaumur auf empirischem Wege ermittelt hat, der Holzkohle Holzasche beizumengen.

Gußstahl. Um eine Gleichförmigkeit des Stahls zu erreichen, die durch Gerben nie vollständig erreicht werden kann, schmilzt man denselben in feuerfesten Tiegeln unter einer Decke von Glas und Kohle um. Der geflossene Stahl (der Gußstahl) wird in eiserne Formen gegossen. Eine andere Art Gußstahl stellt man durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Stabeisen dar.

Verstählen. Oftmals ist es zu gewissen technischen Zwecken hinreichend, weiches Eisen nur auf seiner Oberfläche in Stahl zu verwandeln. Man nennt diese Operation die Verstählung oder die Einsatzhärtung; sie wird ausgeführt, indem man den zu verstählenden Gegenstand auf der Oberfläche mittelst Smirgel reinigt, ihn mit einem kohlehaltigen Cementpulver einschichtet und in einem gewöhnlichen Windofen ohne Gebläse glüht. An der Oberfläche verwandelt man das Eisen in Stahl, indem man dasselbe im glühenden Zustande mit Blutlaugensalzpulver oder mit Boraxpulver (nach Payen) überstreut.

Eigenschaften des Stahls. Stahl ist von graulich-weißer Farbe, wenigem Glanz, körnigem und gleichartigem Bruche. Er läßt sich, gleich dem Schmiedeeisen, im glühenden Zustande schneiden und schweißen; nur ist er dabei vorsichtiger zu behandeln, um eine Entkohlung zu vermeiden. Er ist ferner schmelzbar wie das Gußeisen und vereinigt deshalb die Vorzüge desselben mit denen des Schmiedeeisens. Sein specifisches Gewicht variirt zwischen 7,62 — 7,81. Der Kohlenstoffgehalt differirt von 1,1 — 1,9 Proc. Durch den größeren Gehalt an Kohlenstoff nimmt die Festigkeit und Härte des Stahls zu. Im glühenden Zustande abgelöscht, gewinnt der Stahl an Härte und Sprödigkeit, so daß er Glas ritzt und der Feile widersteht. Ein polirtes Stahlstück nimmt bei allmäligem Erhitzen nach und nach folgende Farben an:

Farbe.	Temperatur.
Blaß strohgelb	221°
Dunkel strohgelb	232°
Orange	243°
Gelbbraun	254°
Dunkel gelbbraun	265°
Purpurroth	277°
Blaßblau	288°

Farbe.	Temperatur.
Blau	293°
Dunkelblau	317°
Meergrün	332°

Anlassen des Stahls. Durch das Erhitzen des Stahls bildet sich auf der Oberfläche desselben eine dünne Oxydschicht, welche die Farben dünner Schichten zeigt, die wir an den Seifenblasen und dann bemerken, wenn wir einen Tropfen Oel auf Wasser gießen; die wir ferner bei der Metallochromie zu bemerken Gelegenheit haben. Man nennt diese Operation, welche das farbige Anlaufen des Stahles zum Zwecke hat, das Anlassen. Diese Färbung dient als Maßstab des Nachlassens, schneidende Instrumente für Eisen läßt man strohgelb, für Knochen, Holz u. s. w. purpurroth, Uhrfedern aber blau anlaufen. Je niedriger man den Stahl erhitzt, um so härter, aber auch um so spröder bleibt er. Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß noch andere Substanzen als Kohle, Eisen in Stahl umzuwandeln vermögen; das Härten des Eisens mittelst Borax deutet darauf hin, daß der Kohlenstoff durch das der Kohlenstoffgruppe angehörige Bor ersetzt werden könne. Stahl mit andern Metallen. Ferner ist es außer allem Zweifel, daß außer dem Kohlenstoff Beimengungen anderer Metalle dem Stahl vorzügliche Eigenschaften ertheilen können, so erzeugt man durch Zusammenschmelzen von 500 Th. Stahl mit 1 Th. Silber den Silberstahl. Nach Fischer, Faraday und Stodart lassen sich auch Rhodium-, Mangan-, Chromstahl u. s. w. mit schätzenswerthen Eigenschaften darstellen. Nach Damascener Stahl. Elsner wird aber der Stahl nicht durch den Zusatz anderer Metalle, sondern einzig und allein durch das Umschmelzen verbessert. Eine berühmte Sorte des Stahls ist der Damascenerstahl, welcher die Eigenschaft besitzt, wenn seine Oberfläche mit Säuren geätzt wird, ungleichförmige Adern (Damascirung) zu zeigen; auch durch Umschmelzen verliert er diese Eigenschaft nicht. Man hat sie durch die Annahme zu erklären gesucht, daß der Kohlenstoff mit dem Eisen in verschiedener Weise verbunden sei, und daß diese verschiedenen Kohlenstoffverbindungen je nach ihrer größeren oder geringeren Neigung zu krystallisiren sich trennen. Dieser Stahl (auch Wootz genannt) wird in Ostindien von den Eingebornen dargestellt, indem das nach einem sehr unvollkommenen Processe dargestellte Roheisen in zerhacktem Zustande mit 10 Proc. zerschnittenem Holze der Cassia auriculata gemengt, das Gemenge in Schmelztiegel gebracht und darin mit

Blättern der Asclepias gigantea bedeckt wird; die Tiegel werden mit feuchtem Thon verstrichen und in einem Ofen bei möglichst niederer Temperatur ungefähr $2^1/_2$ Stunde lang erhitzt. Der erhaltene Aluminium haltige Stahl wird vor dem Ausschmieden nochmals erhitzt.

Stahlstich. Zum Graviren und Aetzen von Stahl (Siderographie) benutzt man Platten aus Gußstahl, entkohlt sie auf der Oberfläche, um sie zum Graviren geeignet zu machen und verwandelt sie nach dem Graviren wieder in Stahl. Eine solche Platte dient als Matrize, um mittelst derselben Patrizen anzufertigen, die zur beliebigen Uebertragung des Stiches auf andere Platten benutzt werden. Zur Anfertigung der Patrizen dient eine Walze aus Gußstahl, die eine so große Oberfläche besitzen muß, daß diese die Platte gerade bedeckt. Die Walze wird auf der Oberfläche entkohlt und sodann gegen die Matrize gepreßt, so daß die Zeichnung erhaben auf der Patrize zum Vorschein kommt. Die Patrize wird darauf gehärtet und kann nun benutzt werden, um auf Kupfer oder weich gemachte Stahlplatten die Zeichnung zu übertragen. Anstatt des Gravirens der Platten wendet man auch das Aetzen an, zeichnet wie gewöhnlich und ätzt sodann die Zeichnung in den Stahl mittelst einer Aetzflüssigkeit ein; als solche benutzt man Salpetersäure, oder salpetersaures Silberoxyd oder schwefelsaures Kupferoxyd. Eine vorzügliche Aetzflüssigkeit ist eine Auflösung von 2 Th. Jod und 5 Th. Jodkalium in 40 Theilen Wasser.

Blutlaugensalz und Berliner Blau.

Blutlaugensalz. I. Gelbes Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, Kaliumeisencyanür, blausaures Eisenkali oder Blausalz ist ein in technischer Beziehung überaus wichtiger Körper. Das Blutlaugensalz krystallisirt in großen, blaß citronengelben Prismen, die luftbeständig sind, bitterlich süß schmecken, sich in 4 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser, aber nicht in Alkohol lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

37,03	Kalium,	
17,04	Kohlenstoff	Cyan,
19,89	Stickstoff	
13,25	Eisen,	
12,79	Wasser,	

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferrocyan (Fe, 3 C_2 N = Cfy) mit Kalium und Wasser: Cfy, 2 K + 3 HO, oder als eine Verbindung von Eisencyanür (FeC_2 N = FeCy) mit Cyankalium und Wasser: Fe Cy + 2 K Cy + 3 HO.

Bei der Temperatur des siedenden Wassers verlieren die Krystalle ihr Wasser. Im Großen stellt man das Blutlaugensalz dar, indem man stickstoffhaltige Kohle, wie die aus Horn, Blut, Klauen, Lederabschnitten, mit Potasche in eisernen Gefäßen zusammenschmilzt. Man nimmt entweder auf 100 Th. Potasche 75 Th. einer solchen Kohle, oder nach Runge auf 100 Th. Potasche 400 Th. Hornkohle und 10 Th. Eisenfeile. Man nimmt das Schmelzen entweder in bedeckten Tiegeln oder in ovalen, flachen Kesseln in Flammenöfen unter bisweiligem Umrühren vor, bis die anfänglich stark schäumende Masse ruhig fließt; die erhaltene schwarze Masse, die sogenannte Schmelze, wird mit siedendem Wasser ausgezogen. Die Flüssigkeit heißt die Rohlauge oder Blutlauge. Aus ihr krystallisirt beim Erkalten Blutlaugensalz heraus, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Die Theorie der Bildung des Blutlaugensalzes ist folgende: Der Stickstoff der zur Fabrikation angewendeten Kohle tritt bei Gegenwart von Kali an den Kohlenstoff und bildet Cyan, das sich mit dem Kalium des Kalis und mit dem Eisen verbindet. Liebig hat nachgewiesen, daß in der Schmelze nur Cyankalium und das Eisen, nicht aber Blutlaugensalz enthalten ist. Erst durch Behandeln der Schmelze mit Wasser erzeugt sich Blutlaugensalz. Häufig setzt man bei dem Schmelzprocesse Leder, getrocknetes Blut u. s. w. unverkohlt zu, was den Vortheil hat, daß das sich entwickelnde Ammoniak die Bildung von Cyankalium veranlaßt. Man hat auch versucht durch die Einwirkung von Ammoniak auf glühendes kohlensaures Kali, so wie unter Mitwirkung des Stickstoffs der atmosphärischen Luft Cyankalium zu erzeugen. Letztere Methode besteht darin, daß man mit 30 Proc. getränkte, gepulverte Holzkohle in stehenden, weiten, thönernen Cylindern 10 Stunden lang in der Weißglühhitze erhält und Luft durchleitet. Die durchgeglühte Kohle wird mit gepulvertem Spatheisenstein gemengt und ausgelaugt. Es hat indessen nicht den Anschein, als ob dieses neue Verfahren das ältere zu verdrängen, geeignet wäre.

Anwendung des gelben Blutlaugensalzes.

Das gelbe Blutlaugensalz dient in der Technik zur Darstellung des rothen Blutlaugensalzes, des Berliner Blaues,

des Cyankaliums, in der Färberei zur Erzeugung von Blau und Braunroth, so wie zum Härten des Eisens. In der neueren Zeit ist es auch zur Fabrikation von Schießpulver (vergl. S. 21) empfohlen worden.

Rothes Blutlaugensalz. Das rothe Blutlaugensalz, Ferridcyankalium, Kaliumeisencyanid oder Gmelins Salz ist ein ebenfalls in der Färberei häufig angewendeter Körper. Dieses Salz krystallisirt in wasserfreien, schönen, rothen Säulen, die sich in 4 Th. Wasser lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

35,58 Kalium,
21,63 Kohlenstoff } Cyan,
25,54 Stickstoff }
17,29 Eisen,

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferridcyan ($2\,Fe + 6\,C_2\,N = 2\,Cfy$) mit Kalium: 2 Cfy, 3 K, oder als eine Verbindung von Eisencyanid ($2\,Fe, 3\,C_2\,N = Fe_2\,Cy_3$) mit Cyankalium: $Fe_2\,Cy_3 + 3\,K\,Cy$.

Man stellt es dar, indem man entweder durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlorgas leitet, bis Eisenoxyd nicht mehr gefällt wird, und die Lösung zum Krystallisiren abdampft; oder auf trocknem Wege, indem man fein zerriebenes gelbes Blutlaugensalz der Wirkung von Chlorgas aussetzt, wobei es häufig umgerührt, oder in einem Fasse, welches sich langsam um seine Axe dreht, und in welches man das Chlorgas einleitet, bewegt werden muß. Sobald man bemerkt, daß das Chlor unabsorbirt durch die Masse hindurchgeht, muß die Operation unterbrochen, und das Pulver der Wirkung des Chlors entzogen werden. Man löst es dann in möglichst wenig Wasser; rothes Blutlaugensalz krystallisirt heraus, während Chlorkalium gelöst bleibt:

$$2\,\underbrace{(2\,K\,Cy + Fe\,Cy)}_{\text{Gelbes Blutlaugensalz}} + Cl = ClK + \underbrace{(Fe_2\,Cy_3 + 3\,KCy)}_{\text{Rothes Blutlaugensalz}}$$

Das rothe Blutlaugensalz dient hauptsächlich zum Blaufärben von Wollstoffen und als Aetzmittel in der Kattundruckerei.

Cyankalium. Das Cyankalium oder blausaure Kali (KCy) findet in der galvanischen Vergoldung und als Reductionsmittel vielfache Anwendung. Es steht zu erwarten, daß diese Verbindung bald im Großen und billiger

dargestellt werden wird, um eine ausgedehntere Anwendung zu erlangen. Man erhält es, indem man getrocknetes Blutlaugensalz in einem Porcellantiegel erhitzt, so lange noch Stickstoffgas entweicht. Am Boden des Tiegels sondert sich Kohleneisen ab, während das darüber stehende Cyankalium abgegossen wird ($2\ CyK,\ Fe\ Cy = 2\ KCy + Fe\ C_2 + N$). Aus 10 Th. Blutlaugensalz erhält man 7 Th. Cyankalium. Nach Liebig's Methode erhitzt man ein Aeq. Blutlaugensalz mit einem Aeq. kohlensaurem Kali. Zehn Theile Blutlaugensalz geben nach diesem Verfahren 8,8 Th. Cyankalium, das mit 2,2 Th. cyansaurem Kali gemengt ist. Für technische Zwecke ist ein Gemenge von Cyankalium mit Cyannatrium (Cyansalz genannt) bedeutend wohlfeiler. Man stellt es dar, indem man 8 Th. trocknes gelbes Blutlaugensalz mit 2 Th. trocknem kohlensauren Natron zusammenschmilzt. Die Masse schmilzt sehr bald und das Eisen des Blutlaugensalzes sondert sich vollständig und leicht von der dünnflüssigen Masse ab. Das so dargestellte Cyansalz wird an der Luft minder leicht zersetzt als das Cyankalium und läßt sich bei weit niedrigerer Temperatur darstellen.

Berliner Blau. II. Berliner Blau, Pariser Blau, Eisencyanürcyanid ($3\ Fe\ Cy + 2\ Fe_2\ Cy_3$). Das Berliner Blau wurde im Jahre 1704 von Diesbach in Berlin entdeckt. Es entsteht, wenn man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz in eine Lösung von Eisenchlorid oder in die eines Eisenoxydsalzes gießt; der sich bildende blaue Niederschlag ist reines Eisencyanürcyanid.

$$\underbrace{3\ (Fe\ Cy,\ 2\ KCy)}_{\text{Kaliumeisencyanür}} + 2\ Fe_2\ Cl_3 = \underbrace{(3\ Fe\ Cy + 2\ Fe_2\ Cy_3)}_{\text{Eisencyanürcyanid}} + 6\ KCl$$

Darstellung desselben. Man unterscheidet im Handel Pariser Blau und Berliner Blau (welches letztere auch die Namen Erlangerblau, Hamburgerblau führt). Ersteres ist reines Eisencyanürcyanid, letzteres mit Thon versetztes. Von der Wahl der Materialien ist die Schönheit des Productes abhängig. Zur Darstellung der feineren Sorten wendet man ein mehrmals umkrystallisirtes Blutlaugensalz an, während zur Fabrikation der geringeren Sorten selbst die von den Krystallen abgeschiedene Mutterlauge benutzt werden kann. Als Eisensalz wendet man allgemein Eisenvitriol an, der durchaus frei von Kupfer sein muß. Gewöhnlicher kupferhaltiger Eisenvitriol wird durch Sieden der Lösung mit etwas Schwefelsäure und Eisenfeile vom Kupfer befreit. Im Großen stellt man das Berliner Blau dar, indem man

heiße Lösungen des Eisenvitriols und Blutlaugensalzes mit einander vermischt. Auf 4 Th. Blutlaugensalz wendet man 3 Th. Eisenvitriol an. In einigen Fabriken ersetzt man den Eisenvitriol durch salpetersaures Eisenoxyd. Den bei der Anwendung von Eisenvitriol entstehenden graublauen Niederschlag läßt man sich absetzen, gießt die Flüssigkeit davon ab und kocht ihn dann mit 2 Th. Salpetersäure, 1,33 Th. Schwefelsäure und Wasser, wodurch er schön blau und von Eisenoxyd befreit wird.

Benutzt man anstatt einer reinen Lösung von Blutlaugensalz die rohe Blutlauge, welche kohlensaures Kali in großer Menge enthält, so neutralisirt man dasselbe, vor dem Zusatz des Eisensalzes, vermittelst Schwefelsäure. Bei der Fabrikation der geringeren Sorten von Berliner Blau neutralisirt man das kohlensaure Kali vermittelst Alaun, das niederfallende Thonerdehydrat mengt sich mit dem Berliner Blau, dessen Farbe bei nicht zu bedeutendem Thonerdegehalt dadurch wenig verändert wird. Zu diesem Zwecke löst man die vorher durch den Versuch bestimmte Menge Alaun in der Eisenvitriollösung und gießt das Gemenge in die Auflösung des Blutlaugensalzes. Der entstehende graublaue Niederschlag wird mit Wasser ausgewaschen und so lange der vereinigten Einwirkung der Luft und des Wassers ausgesetzt, bis seine Farbe in eine dunkelblaue übergegangen ist.

Eigenschaften des Berliner Blaues.

Reines Berliner Blau ist dunkelblau, hat einen kupferartigen Strich, ist in Wasser und Alkohol unlöslich; durch concentrirte Säuren und alkalische Lösungen, so wie durch Erhitzen wird es zersetzt. In Oxalsäure ist es mit blauer Farbe löslich. Die vorzüglichste

Anwendung.

Anwendung findet das Berliner Blau in der Färberei für Wolle und Baumwolle, und in der Kattundruckerei. Das Verfahren, es auf Seide anzuwenden, heißt von seinem Erfinder Bleu-Raymond.

Kobaltfarben.

Kobaltfarben.

Das Kobalt kommt in der Natur hauptsächlich als Speiskobalt $CoAs$ und als Glanzkobalt $CoAs + CoS_2$ vor. Die gerösteten Kobalterze, welche von den Porcellan-, Glas- und Fayencefabrikanten gekauft werden, führen die Namen Safflor, Zaffer, Kobaltsafflor. Je nach ihrer Reinheit unterscheidet man ordinäre (OS), mittlere

(MS) und feine (FS und FFS) Safflore. Sie bestehen wesentlich aus Kobaltoxyd, -oxydul, Arsen, Nickel, mit Spuren von Eisen-, Mangan-, Wismuthoxyd u. s. w. Die Safflore werden zur Darstellung der Kobaltfarben angewendet. In Schweden stellt man Safflor durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul mit einer Lösung von kohlensaurem Kali dar. Man stellt aus dem Safflore dar: die Smalte, das Kobaltultramarin und das Rinmann'sche Grün.

Smalte. Es ist bekannt, daß Gläser durch Kobaltverbindungen blau gefärbt werden. Schmelzt man Zaffer (unreines Kobaltoxydul) mit Kieselerde und Kali zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das im fein gemahlenen Zustande unter dem Namen Smalte oder blaue Farbe bekannt ist. Der Erfinder derselben ist der böhmische Glasmacher Christoph Schürer, welcher in der Mitte des 16. Jahrhunderts lebte. Er verkaufte sein Geheimniß den Holländern, welche Farbemühlen anlegten und das Kobalt aus Sachsen kommen ließen. Zu gleicher Zeit entstanden in Böhmen 11 Farbemühlen. Alle diese Werke gingen aber ein, als Churfürst Joh. Georg I. die Kobaltausfuhr in Sachsen verbot und selbst die noch bestehenden Farbenwerke bei Schneeberg anlegte. Man stellt die Smalte auf den Blaufarbenwerken dar, indem man die gerösteten Kobalterze mit Quarzsand und Potasche in Tiegeln in einem Glasofen zusammenschmilzt; das erhaltene Glas wird, so wie es aus dem Ofen kommt, abgelöscht, wodurch es mürbe wird und zerfällt. Darauf wird das Glas in Pochwerken gepocht und mit Wasser auf Mühlen fein gemahlen. Das fein gemahlene Pulver läßt man mit Wasser in Waschfässern stehen, was sich zuerst absetzt, ist das größere Streublau (Streusand), das auf die Mühle zurückgegeben oder in den Handel gebracht wird. Aus der trüben Flüssigkeit setzen sich nach und nach ab Couleur (gröberes Pulver), Eschel und Sumpfeschel. Durch wiederholtes Mahlen und Auswaschen stellt man aus der gewöhnlichen Smalte verschiedene Sorten dar. Die beste, d. h. die kobaltreichste Sorte Smalte heißt Königsblau. Eigenthümlich ist es, daß das Kobaltoxydul (CoO), dessen Salze (auch das kieselsaure Kobaltoxydul CoO, SiO_3) sonst eine rothe Färbung besitzen, in der Smalte Tiefblau erzeugt. Eine Reihe von R. Ludwig in Schwarzenfels ausgeführter Versuche hat gezeigt, daß die färbende Substanz der Smalte das Kali-Kobaltoxydul-Silicat $CoO, 2\,SiO_3 + KO, 2\,SiO_3$ ist, in welchem sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Base wie 6 : 1 verhält.

Ludwig fand in 100 Theilen

	schwedischer Smalte	deutscher Smalte	
	(höhere Couleur)	(hohe Eschel)	(grobe blasse Couleur)
Kieselerde . .	70,86	66,20	72,12
Kobaltoxydul .	6,49	6,75	1,95
Kali u. Natron	21,41	16,31	20,04
Thonerde . .	0,43	8,64	1,80.

Außerdem fanden sich kleine Mengen von Eisenoxydul, Kalk, Nickeloxydul, Arseniksäure, Kohlensäure und Wasser.

Da bei dem Rösten der Kobalterze das Rösten nicht lange genug fortgesetzt wird, um das in den Erzen enthaltene Nickel zu oxydiren, so schmilzt dieses Metall in den Häfen mit den noch vorhandenen Metallen zusammen, welche Kobaltspeise genannt wird. Eine Probe derselben von Oberschlema bei Schneeberg gab mir bei der Analyse:

Kobaltspeise.

Nickel . .	73,52
Wismuth .	8,02
Arsenik .	18,18
Schwefel .	1,65

Schneider fand in einer ähnlichen Speise:

Nickel . .	43,248
Kobalt .	3,262
Kupfer .	1,568
Schwefel .	2,128
Wismuth .	13,185
Arsen . .	35,319
Eisen . .	0,973

Die Kobaltspeise ist das geeigneteste Material zur Darstellung des Nickels, das besonders zur Neusilberfabrikation benutzt wird. Das im Handel vorkommende würfelförmige Nickel enthält 68,32—75 Proc. Nickel; das Uebrige ist Antimon und Arsenik, Kupfer, Eisen, etwas Kobalt, Schwefel, und Kieselerde.

Anwendung der Smalte.

Man benutzt die Smalte zum Bläuen des Papiers, der Leinwand, zum Blaufärben der Krystallgläser und des Emails u. s. w. Wegen ihrer Härte eignet sie sich nicht besonders zum Bläuen des Papiers, da ein mit Smalte gebläutes Papier die Feder stumpf macht. In der neuern Zeit

ist die Smalte in ihrer Anwendung zum Bläuen zum großen Theil durch das künstliche Ultramarin verdrängt worden.

Kobaltultramarin. Kobaltultramarin (Bleu Thenard) ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul (thonsaurem Kobaltoxydul) bestehende Farbe, welche zuerst von Wenzel in Freiberg, dann zum zweiten Male von Gahn in Fahlun und endlich zum dritten Male von Thenard in Paris entdeckt wurde. Man stellt das Kobaltultramarin dar, indem man eine Alaunlösung mit der Lösung eines Kobaltoxydulsalzes mischt und dann durch kohlensaures Natron fällt. Der aus Thonerdehydrat und Kobaltoxydulhydrat bestehende Niederschlag wird ausgewaschen, getrocknet und anhaltend geglüht. Nach Louyet soll man das gallertartige Thonerdehydrat mit phosphorsaurem oder arseniksaurem Kobaltoxydul mengen, worauf schon in der Rothglühhitze die blaue Farbe entstehen soll. Die Gegenwart von Phosphorsäure oder Arseniksäure begünstigt auch in der That die Verbindung der Thonerde mit dem Kobaltoxydul und erhöht die Schönheit des Kobaltultramarins. Die Farbe desselben kommt bei Tageslicht dem Ultramarin fast ganz gleich, bei künstlichem Lichte erscheint sie aber, wie alle Kobaltfarben, schmutzig violett. Diese Verbindung ist luft- und feuerbeständig, und wird in der Wasser-, Oel- und Porcellanmalerei benutzt.

Rinmann'sches Grün. Das Rinmann'sche Grün ist die dem Kobaltultramarin entsprechende grüne Verbindung, in welcher die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt ist. Man stellt diese Farbe dar, indem man Zinkvitriollösung mit Kobaltoxydullösung mengt, das Gemenge vermittelst kohlensauren Natrons fällt, den Niederschlag auswäscht, trocknet und glüht.

Kobaltoxydul. Das in der Porcellan- und Glasmalerei angewendete Kobaltoxydul (Kobaltoxyd) ist wohl von der Smalte und dem Safflor zu unterscheiden. Man stellt es auf den Blaufarbenwerken und in chemischen Fabriken theils auf trocknem, theils auf nassem Wege dar. Ersteren schlägt man in England und Norwegen, letzteren in Sachsen und auf dem tunaberger Kobaltwerken in Schweden ein. Das schwarze Kobaltoxyd des Handels (RKO) besteht zum größten Theil aus reinem Kobaltoxyd ($Co_2 O_3$) und wird nach Mitscherlich wahrscheinlich dargestellt, indem man Kobaltoxydulhydrat oder kohlensaures Kobaltoxydul bei Zutritt der Luft längere Zeit erhitzt. Der größte Theil der im Handel vorkommenden Kobaltoxyde wird in Schneeberg dargestellt. Man unterscheidet RKO Hyperoxyd, PKO

phosphorsaures Oxydulhydrat, AKO arseniksaures Oxydulhydrat, KOH kohlensaures Oxydulhydrat.

Chemisch reines Kobaltoxydul. Chemisch reines Kobaltoxydul, wie es bisweilen zur Erzeugung zarter Farben angewendet werden muß, stellt man am besten nach Liebig dar, indem man einen Theil geröstetes und gepulvertes Kobalterz mit 3 Th. zweifach schwefelsaurem Kali erhitzt, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht. Die erkaltete Masse, welche aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Kobaltoxydul und unlöslichen arseniksauren Salzen besteht, wird mit Wasser ausgezogen und die Lösung zur Abscheidung des möglicherweise vorhandenen Eisens mit etwas Kobaltoxydulhydrat digerirt. Die vom ausgeschiedenen Eisenoxydhydrat abfiltrirte Lösung wird durch kohlensaures Natron gefällt und der entstandene Niederschlag nach dem Auswaschen geglüht.

Kupfer.

Kupfer. Vorkommen desselben. Das Kupfer ist eins der am häufigsten vorkommenden Metalle. Es war schon in den ältesten Zeiten bekannt und wurde von den Griechen und Römern zum größten Theil von der Insel Cypern bezogen, daher der Name Cuprum, Kupfer. Es findet sich zum Theil gediegen, meist aber oxydirt und geschwefelt. Zu den oxydirten Kupfererzen gehören das Rothkupfererz, der Kupferlasur und Malachit, zu den geschwefelten der Kupferglanz, Kupferkies, das Buntkupfererz und die Fahlerze. Der größte Theil des angewendeten Kupfers wird aus den geschwefelten Kupfererzen gewonnen.

Das Rothkupfererz (Kupferoxydul) Cu_2O (mit 88,5 Proc. Kupfer) findet sich theils in Oktaedern krystallisirt, theils derb und eingesprengt.

Der Kupferlasur (mit 55,3 Proc. Kupfer) ist eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat ($2\,[CuO, CO_2] + CuO, HO$) und kommt in schönen, blauen Krystallen, theils derb und eingesprengt vor.

Der Malachit (mit 57,4 Proc. Kupfer) ist basisch kohlensaures Kupferoxydhydrat ($CuO, CO_2 + CuO, HO$) und kommt theils in schiefen rhombischen Säulen, theils tropfsteinartig, meist mit Kupferlasur vor.

Der Kupferglanz, Halbschwefelkupfer (Cu_2S) mit 80 Proc. Kupfer, das Buntkupfererz eine Verbindung von Kupferglanz mit Anderthalb-

Schwefeleisen ($3\,Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 55,7 Proc. Kupfer, und der Kupferkies ($Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 34,8 Proc. Kupfer, sind die wichtigsten der zur Kupfergewinnung angewendeten Schwefelverbindungen des Kupfers.

Die Fahlerze sind Verbindungen elektropositiver Schwefelmetalle (namentlich Schwefelkupfer) mit elektronegativen, deren Zusammensetzung nach H. Rose durch

$$4\,RS,\ R_2S_3 + 2\,(4\,R_2S,\ RS_3)$$

ausgedrückt wird; in dieser Formel ist RS = Schwefeleisen (FeS) und Schwefelzink (ZnS), R_2S = Halbschwefelkupfer (Cu_2S) und Schwefelsilber; R_2S_3 = Schwefelantimon (SbS_3) und Schwefelarsen (AsS_3). Wegen des Silbergehaltes rechnet man die Fahlerze gewöhnlich zu den Silbererzen. Sie enthalten 14—41 Proc. Kupfer.

Gewinnung des Kupfers. Je nach der Beschaffenheit der Kupfererze ist die Gewinnung des Kupfers eine verschiedene. Während sie bei den oxydirten (ockrigen) Kupfererzen auf eine einfache Reduction durch Kohle unter Zusatz eines Flußmittels zurückgeführt werden kann, ist doch die Menge der in der Natur vorkommenden oxydirten Kupfererze sehr gering; man verschmilzt sie deshalb meist mit den geschwefelten (kiesigen) Erzen. Da aus letzteren aber der Schwefel und das Eisen entfernt werden müssen, so wird der Gewinnungsproceß viel umständlicher, als bei der Darstellung des Kupfers aus den Oxyden. Am weitläufigsten ist die Gewinnung des Kupfers aus den silberhaltigen Fahlerzen. Wir betrachten in Folgendem die Gewinnung des Kupfers:

1) Aus oxydirten Erzen.
2) Aus geschwefelten Erzen.
3) Durch Cementation.

aus oxydirten Erzen, Die Gewinnung des Kupfers aus oxydirten Erzen ist eine sehr einfache. Man schichtet dieselben mit Kohlen oder Koks und den zur Schlackenbildung erforderlichen Zuschlägen wie Kieselerde, Kalkstein, in einem Hohofen (Schachtofen) und schmilzt das Kupfer mittelst eines Gebläses nieder. Das Kupfer sammelt sich in einer tiegelförmigen Vertiefung vor dem Schachtofen an. Das auf diese Weise gewonnene Kupfer ist nicht rein, sondern enthält kleine Mengen von Schwefel, Eisen, Kohle u. s. w. Durch Erhitzen in einem Flammenofen werden diese Verunreinigungen oxydirt und ausgeschieden. Derartiges Kupfer führt den Namen Schwarzkupfer. Die eben beschriebene Gewinnung des Kupfers

wurde früher im Großen in Chessy bei Lyon ausgeführt, wo sich Kupfererze, aus Lasurstein und Rothkupfererz bestehend, finden. Die Kupfererze kommen in Sandstein vor und enthalten ungefähr 27 — 30 Proc. metallisches Kupfer.

aus geschwefelten Erzen.

Die Gewinnung des Kupfers aus den geschwefelten Erzen ist bei weitem die wichtigste, da nach ihr die größte Menge des angewendeten Kupfers erhalten wird. Reiche Kupfererze werden durch Rösten in Kupferoxyd verwandelt und dann auf dieselbe Weise, wie die Erze der ersten Klasse behandelt. Die zur Kupfergewinnung angewendeten geschwefelten Eisenerze sind aber fast immer so arm an Kupfer*), daß durch vollständiges Rösten ein großer Theil des Kupfers verloren gehen würde. Man bewerkstelligt deshalb nur eine theilweise Röstung auf die Weise, daß man die gewöhnlich Schwefelkies in nicht unbedeutender Menge enthaltenden Kupfererze in sogenannten Roststadeln, d. h. in viereckigen, durch niedrige Mauern begrenzten Räumen mit Brennmaterial mengt und anzündet. Dadurch wird ein Theil des Schwefels entfernt und namentlich das Eisen oxydirt. Hierauf erfolgt das Rohsteinschmelzen, indem man die gerösteten Erze mit Quarz oder Kalk, je nach der Zusammensetzung der Gangart, und Schwarzkupferschlacken in einem Schachtofen zusammenschmilzt, wobei das schon oxydirte Kupfer seinen Sauerstoff an das Schwefeleisen abgiebt und dafür Schwefel aufnimmt. Das oxydirte Eisen verbindet sich mit der Kieselerde zu Schlacke, welche von den zurückbleibenden geschwefelten Metallen abgezogen wird. Diese Metalle bilden den Roh- oder Kupferstein, eine aus Schwefeleisen, Schwefelkupfer und anderen Schwefelmetallen bestehende, außen schwarze, innen gerunzelte, metallisch glänzende Masse. Bergsten fand in einem Rohsteine:

Eisen . . .	60,295
Schwefel . .	26,074
Kupfer . .	8,848
Zink . . .	1,094
Kieselsäure .	1,780
Talkerde . .	0,611
Blei . . .	Spur.

*) Kupfererze von Rammelsberg am Harz enthalten 5,5 Proc. Kupfer;
Kupfererze von Mansfeld enthalten 1,5—2 Proc. Kupfer;
Kupfererze vom Ural enthalten 4,5 Proc. Kupfer.

Die Schlacke besteht im Wesentlichen aus kieselsaurem Eisenoxydul nach der Formel $3 FeO + 2 SiO_3$. Der Rohstein wird in Stücke zerschlagen und mehrere Male geröstet, um den Schwefel eines Theils zu verflüchtigen, anderen Theils die Metalle möglichst zu oxydiren. Darauf erfolgt die Reduction in einem Schachtofen. Dieser Proceß beruht auf dem Umstande, daß sich alle in den geschwefelten Metallen enthaltene Beimischungen bei jeder Röstung leichter als das Kupfer oxydiren; ferner, daß bei jeder Schmelzung mit Kohle eine größere Menge von Kupfer reducirt wird, als von den übrigen Metallen. Gewöhnlich setzt man zu dem gerösteten Stein noch etwas Erz, damit, wenn außer dem Kupfer auch Eisen reducirt werden sollte, letzteres das Kupfer nicht verunreinigen kann, sondern Schwefelkupfer antrifft, mit dessen Schwefel es sich verbindet. Die Schwefelmetalle bilden sodann einen Stein auf dem Kupfer, den Dünnstein, der 57—60 Proc. Kupfer, 16 Proc. Eisen und 24—27 Proc. Schwefel enthält, und mit Rohstein aufs Neue in Arbeit genommen wird. Das erhaltene Kupfer heißt Schwarzkupfer, es enthält 92—96 Proc. Kupfer; das übrige ist Schwefel, Eisen, Blei, Antimon, Arsenik, Nickel, Wismuth, Zinn und Zink, von welchen Verunreinigungen es durch Gahrmachen befreit wird.

Gewinnung des Kupfers aus den Fahlerzen.

Die Fahlerze werden nicht allein, sondern mit geschwefelten Kupfererzen gemengt ausgeschmolzen. Ihres Silbergehaltes wegen wird ihre Verarbeitung bei dem Silber betrachtet werden.

Abscheidung des Silbers aus dem Schwarzkupfer.

In Mansfeld, wo man Kupferschiefer, ein Gemenge von bituminösem Thon und Kalkstein mit Schwefelkupfer, Schwefeleisen, etwas Schwefelsilber und anderen Metallen, verarbeitet, sucht man das Silber aus dem Schwarzkupfer abzuscheiden, das im Centner ungefähr 10—12 Loth Silber enthält, indem man früher das Kupfer mit Blei zusammenschmolz, das Gemisch zu dicken Scheiben formte und aus diesen durch Kohlenfeuer eine leichtflüssige Legirung von Blei und Silber ausschmolz. Das Silber wurde dann vom Blei durch Abtreiben getrennt. Das zurückbleibende Kupfer wurde darauf von dem Blei befreit und gahr gemacht. Später suchte man das Ausseigern durch das Amalgamiren zu ersetzen. Sodann schied man das Silber ab, indem man sich auf die Löslichkeit des Chlorsilbers in Kochsalzlösung gründete (Augustin's Verfahren); jetzt trennt man das Silber nach einer anderen Methode (Ziervogel's Verfahren), die beim Silber angegeben werden wird.

Gewinnung des Kupfers durch Cementation.

Wenn schwefelhaltige Kupfererze verwittern, so gehen sie allmälig über in Kupfervitriol (CuO, SO_3), der selbst in der Erde von den Grubenwässern aufgelöst wird. In den irländischen Kupferbergwerken ließen Arbeiter in verlassenen Gruben ihre eisernen Werkzeuge an Stellen zurück, zu welchen ein kupfervitriolhaltiges Grubenwasser Zutritt hatte. Als die Bergleute nach längerer Zeit ihr Werkzeug wieder aufsuchten, fanden sie dasselbe in dem Grade mit Kupfer überzogen, daß der Glaube wohl aufkommen konnte, es sei das Eisen in Kupfer umgewandelt worden. Diese Erfahrung blieb nicht unbenutzt, sie regte den Gedanken an, Eisenstangen in kupferhaltiges Wasser zu legen. Es schlägt sich auf dem Eisen Kupfer nieder, während ein Aequivalent Eisen aufgelöst wird ($Fe + CuO, SO_3 = FeO, SO_3 + Cu$). Ein solches kupferhaltiges Wasser nennt man Cementwasser und das daraus durch Eisen ausgeschiedene Kupfer Cementkupfer. Auf der Insel Anglesea werden die Cementwässer zu Tage gehoben und zur Klärung in ein großes Bassin gebracht, in welchem sich eine große Quantität basisch schwefelsaures Eisenoxyd absetzt. Aus dem Klärungsbassin leitet man die Flüssigkeit in die Cementgruben, in welchen sich Guß- und Schmiedeeisen befindet. Es sammelt sich auf dem Boden dieser Gruben ein Schlamm an, der aus metallischem Kupfer (von 15 bis zu 50 Proc.) und basisch schwefelsaurem Eisenoxyd besteht, und entweder bei der Gewinnung des Schwarzkupfers als Zusatz dient, oder für sich mit Schlacke verschmolzen wird. Ein ähnliches Verfahren beobachtet man zu Schmölnitz in Ober-Ungarn.

Umwandelung des Schwarzkupfers in Gahrkupfer.

Das Schwarzkupfer wird zu metallischem Kupfer, zu Gahrkupfer verarbeitet, indem man dasselbe auf einem Heerde unter Kohle und durch ein Gebläse bewirktem Luftzutritt so lange schmilzt, bis der Schwefel mit der Kieselerde des Heerdes zur Schlacke verbunden, und das Kupfer sich rein abgeschieden hat. Darauf wird das Feuer vermindert, die Schlacke, das Gekrätz, von der Oberfläche des Kupfers entfernt, und auf letztere Wasser gespritzt. Die dadurch entstehenden Kupferscheiben (Rosetten) werden mit Zangen herausgerissen und als Rosettenkupfer in den Handel gebracht. Wegen des bedeutenden Gehaltes an Kupferoxydul ist das Rosettenkupfer nicht dehnbar; um es weiter verarbeiten zu können, wird dasselbe in geringen Quantitäten auf Gahrheerden behandelt. Das Kupfer heißt dann hammergahr.

Das durch den Kupferhüttenproceß erhaltene Kupfer ist noch nicht rein, sondern enthält stets noch $1^1/_2$—2 Proc. fremde Metalle. Eisen, Zinn, Zink

und Arsenik und Kohle machen es zu jeder Verarbeitung bei erhöhter Temperatur untauglich. Eisen und Kupferoxydul machen das Kupfer kaltbrüchig.

Kupfer auf galvanischem Wege erhalten.

Das auf galvanischem Wege erhaltene Kupfer ist das reinste; von dessen Darstellung wird am Ende des Abschnittes, der von den Metallen handelt, bei Gelegenheit der Galvanoplastik die Rede sein.

Eigenschaften des Kupfers.

Das Kupfer ist von rothbrauner Farbe, starkem Metallglanz, eigenthümlich unangenehmem Geschmacke und, wenn es gerieben wird, auch unangenehmem Geruche. Es ist so hart, daß es durch das Messer nur wenig angegriffen wird. Nächst dem Eisen und Platin besitzt es die größte Elasticität und Zähigkeit. Es hat ein spec. Gewicht von 8,9. Es ist klingend und läßt sich zu dünnen Blättern ausschlagen und zu dünnem Drahte ausziehen. Es schmilzt erst in hoher Temperatur und bleibt an trockner Luft unverändert, in feuchter kohlensäurehaltiger aber überzieht es sich bald mit einer Haut von basisch kohlensaurem Kupferoxyd (Grünspan, Aerugo nobilis, Patina). Bei gelindem Erhitzen bildet sich auf dem Kupfer ein rother Ueberzug von Kupferoxydul (rothe Bronze). Dieser Ueberzug verändert sich an der Atmosphäre minder leicht als das metallische Kupfer; deshalb erzeugt man ihn auf kupfernen Geräthen häufig auf künstliche Weise, daß man dieselben mit feuchtem Eisenoxyd überzieht, erhitzt und sodann ablöscht. Zum Bronziren von Münzen wendet man eine siedendheiße Lösung von gleichen Theilen Salpeter und Kochsalz, 2 Th. Salmiak in 96 Th. Essig an, zu welchem man 1 Th. Ammoniak gesetzt hat. Mit anderen Metallen vereinigt es sich zu den verschiedensten Legirungen.

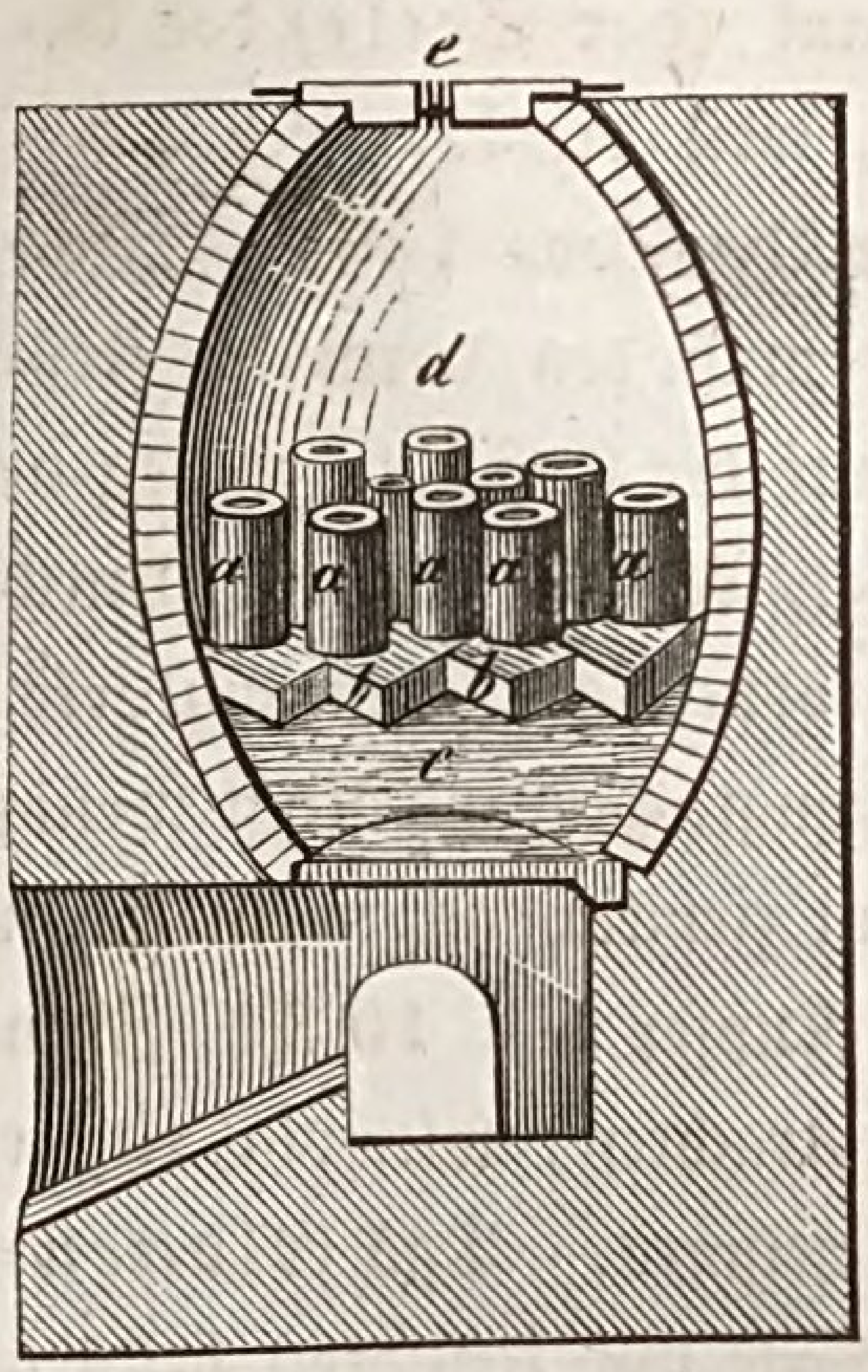
Legirungen des Kupfers.

Von den Legirungen des Kupfers erwähnen wir als die wichtigsten das Messing, das Kanonenmetall, die Bronze und das Neusilber.

Messing.

Das Kupfer eignet sich, da es beim Erkalten leicht blasig wird, nicht zum Guß; durch Zinkzusatz wird es diesem Zwecke besser entsprechend. Die Verbindung des Kupfers mit dem Zink nennt man Messing. Früher stellte man dasselbe durch Zusammenschmelzen von Galmey mit Kupfer unter Zusatz von Kohle dar, jetzt erhält man es durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink in großen Tiegeln. Auf 73 Pfund Kupfer rechnet man 32 Pfund Zink. Das Kupfer wird als Rosettenkupfer in kleine Stücke zerbrochen, und das Zink im granulirten Zustande angewendet. Die Construction des Ofens erhellt aus umstehender Zeichnung (Fig. 54). Die

Fig. 54.



Tiegel a stehen auf dem Gurtbogen b. In dem Raume c befindet sich das Brennmaterial, dessen Flamme durch die Zwischenräume der Gurtbögen schlägt und die Tiegel umspült. Die Gasarten entweichen durch e. Soll Stückmessing angefertigt werden, so gießt man das geschmolzene Metall in Eingüsse, welche große, dicke Platten mit tiefen, sich kreuzenden Furchen liefern. Die Platten werden mit dem Hammer zerschlagen und an die Gelbgießer abgegeben. Zur Anfertigung von Tafelmessing wird das geschmolzene Metall zwischen ein paar große, stark angewärmte Granitplatten gegossen und die so erhaltenen Gußtafeln entweder zum Kesselschlagen verwendet, oder zwischen Walzen zu Blech ausgestreckt. Die dünneren Bleche nennt man Rollmessing. Bei der Verarbeitung zu Draht schneidet man die Tafeln, ehe sie in dem Drahtziehwerk verarbeitet werden, in schmale Streifen. Das unter Hämmern geschlagene, sehr dünne Messingblech, wird Knitter- oder Rauschgold genannt. Bisweilen setzt man auch schon dünn gewalztes Kupferblech Zinkdämpfen aus, um es in Messingblech überzuführen. Als Hartloth von Messing wendet man eine Legirung von 1 Th. Zink mit 2 Th. Messing an.

Hämmerbares oder schmiedbares Messing (auch Yellow metal genannt) hat die Eigenschaft, sich im glühenden Zustande hämmern zu lassen, eine Eigenschaft, die gewöhnlichem Messing abgeht; es besteht aus 60 Th. Kupfer und 40 Th. Zink, was ziemlich nahe der Verbindung $Cu_3 Zn_2$ entspricht.

Die rothgelbe Legirung, das Tomback, enthält auf 84,5 Th. Kupfer 15,5 Th. Zink; sie wird besonders zu Gegenständen benutzt, welche vergoldet werden sollen. Zu dünnen Blättchen ausgeschlagen, bilden sie das unächte Blattgold. Manheimer Gold besteht aus 7 Th. Kupfer, 3 Th. Messing, 1,5 Th. Zinn; Pinchback aus 2 Th. Kupfer, 1 Th. Messing; Prinzmetall aus 2—3 Th. Kupfer und 1 Th. Zink. Platin (die weiße Legirung zu Knöpfen) aus 32 Th. Messing, 3 — 4 Th. Zink, 1—2 Th. Zinn; Bathmetall aus 32 Th. Messing, 9 Th. Zink.

Kanonenmetall. Das Kanonenmetall, Geschützmetall, Stückgut, muß Härte, Zähigkeit, Elasticität und chemische Beständigkeit vereinigen; die

Härte soll die beim Anschlagen des Geschosses entstehenden Vertiefungen, die sogenannten Kugellagen, in der inneren Wand (der Seele) des Geschützes verhindern; die Zähigkeit ist unerläßlich, weil die Wände des Geschützes bei jeder Entzündung einer Ladung einen Druck von 1500—2000 Atmosphären auszuhalten haben; die Elasticität muß den durch die stoßweise Gasentwickelung geschehenden Angriffen auf die Cohäsion entgegenwirken; die chemische Beständigkeit endlich verlangt, daß die Legirung durch die Bestandtheile der Luft, durch die Zersetzungsproducte des Schießpulvers, und durch die bei der Entzündung des letzteren erzeugte Hitze möglichst wenig angegriffen werde. In der neueren Zeit ist man ziemlich allgemein darin übereingekommen, das Verhältniß von 100 Th. Kupfer und 10 Th. Zinn als das für das Kanonenmetall geeignetste zu betrachten, wiewohl einige Gießereien noch einen kleinen Zusatz von Zink nehmen. Das Glockenmetall, das bei starkem und schönem Klang, Härte und Festigkeit besitzen muß, enthält auf 80—75 Th. Kupfer 20—25 Th. Zinn. Gong-Gong der Chinesen (tam-tam der Franzosen), eine durch ihre außerordentliche Klangfähigkeit ausgezeichnete Legirung, enthält 22 Proc. Zinn. Das Spiegelmetall enthält 30—35 Proc. Zinn; Edwards empfiehlt 32 Kupfer, 15—16 Zinn, 2 Arsen. Das Zapfenlagermetall besteht aus 79 Kupfer, 5 Zink, 8 Zinn und 8 Blei. Das Metall der Uhrglocken enthält auf 75 Kupfer 25 Zinn. Die Statue Ludwig's XIV. in Paris besteht aus 91,40 Th. Kupfer, 5,53 Th. Zink, 1,70 Th. Zinn, 1,37 Th. Blei. Die Bronze der Alten bestand nur aus Kupfer und Zinn, oder aus Kupfer, Zinn und Blei, und nie war Zink ein Bestandtheil derselben.

Bronze. Die Bronze zu Statuen, Büsten, Ornamenten ꝛc. besteht aus Kupfer, Zink und Zinn. Sie muß beim Schmelzen dünnflüssig werden, daß sie in die feinsten Vertiefungen der Form eindringt. Der Zinkzusatz beträgt 10—18 Proc., der Zinnzusatz 2—4 Proc.

Argentan. Argentan, Weißkupfer, Packfong, Neusilber. Mit diesen Namen bezeichnet man eine Legirung, die aus Kupfer, Nickel und Zinn oder Zink besteht; man kann dasselbe betrachten als Messing mit einem Zusatze von $^1/_6$—$^1/_3$ Nickel. Das Argentan oder Neusilber ist fast von silberweißer Farbe, von dichtkörnigem oder feinzackigem Bruche, 8,4—8,7 spec. Gewichte und ist härter, aber fast ebenso dehnbar als gewöhnliches Messing. Es ist im hohen Grade polirturfähig. Zur Darstellung des Argentans zerstößt man das Nickel zu haselnußgroßen Stücken, zerkleinert

das Zink und Kupfer, und bringt die Metalle in einen thönernen Tiegel, in der Weise, daß im Tiegel zu unterst und zu oberst etwas Kupfer zu liegen kommt, überdeckt die Metalle mit Kohlenpulver und schmilzt unter öfterem Umrühren mit einem Eisenstabe. Das geschmolzene Argentan wird in eiserne Formen oder in Sand zu Platten gegossen.

Englisches Argentan (Nr. I nach Louyet) und Argentan, 12löthigem Silber gleich (Nr. II nach Frick) zeigte folgende Zusammensetzung:

	I.	II.
Kupfer . . .	63,3	53,4
Zink . . .	19,1	29,1
Nickel . . .	17,1	17,5
	99,5	100,0

Das im Handel vorkommende Chinasilber, aus dem man jetzt Milchkannen, Theekännchen, Gabeln, Löffel u. s. w. fabricirt, ist galvanisch versilbertes Argentan, das ungefähr 2 Proc. des Gewichtes an Silber enthält und sich durch vollkommene Aehnlichkeit mit silbernen Gefäßen, bei bedeutend billigerem Preise empfiehlt.

Kupfervitriol. Der Kupfervitriol, Cyprischer Vitriol oder schwefelsaures Kupferoxyd findet sich in der Natur als Ueberzug, oder in derben, nierenförmigen Massen, oder aufgelöst im Cementwasser. Er krystallisirt mit fünf Aequivalenten Wasser in schönen blauen, großen rhomboïdischen Säulen, welche sich in 2 Th. heißem und 4 Th. kaltem, nicht aber in Alkohol lösen. Das krystallisirte schwefelsaure Kupferoxyd besteht in 100 Theilen aus:

32,14 Th. Schwefelsäure,
31,79 Th. Kupferoxyd,
36,07 Th. Wasser;

seine Formel ist $CuO, SO_3 + 5\ HO$.

Gewinnung des Kupfervitriols. Man stellt den Kupfervitriol chemisch rein dar, indem man metallisches Kupfer mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt; das Kupfer wird hierbei auf Kosten eines Theiles des Sauerstoffs der Schwefelsäure oxydirt, während schweflige Säure entweicht ($Cu + 2\ SO_3 = CuO, SO_3 + SO_2$). Oft ist die Darstellung der schwefligen Säure der Hauptgrund zur Gewinnung des Kupfervitriols auf diesem Wege. Im Großen gewinnt man den Kupfervitriol, indem man 1) das natürlich vorkommende Cementwasser zum Krystallisiren abdampft, 2) indem man in einem Flammenofen Kupferplatten bis zum Siedepunkte des Schwefels erhitzt, den Ofen ver-

schließt und Schwefel hineinwirft. Der Schwefel verbindet sich mit dem Kupfer zu Schwefelkupfer (Cu_2S), das in einem Flammenofen bei sehr geringer Hitze oxydirt wird ($Cu_2S + 5\,O = CuO, SO_3 + CuO$); die geröstete Masse wird in einen Kessel gebracht und so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, als nothwendig ist, alles Kupferoxyd zu sättigen. Die klare Lösung wird vom ungelösten Rückstande abgegossen und zur Krystallisation hingestellt. Man gewinnt den Kupfervitriol 3), indem man den Concentrationsstein oder Spurstein, der ungefähr 60 Proc. Kupfer enthält, mit Schwefelsäure behandelt; zu diesem Zwecke wird der Stein mehrere Male geröstet, dann in Kasten geschüttet und mit Wasser ausgezogen. Die Auflösung wird in bleiernen Gefäßen abgedampft und in kupfernen Gefäßen zum Krystallisiren hingestellt. Aus der von den Krystallen abgegossenen Mutterlauge fällt man das Kupfer durch metallisches Eisen, weil der daraus dargestellte Kupfervitriol zu eisenhaltig ausfallen würde. Der auf diese Weise gewonnene Kupfervitriol ist der wohlfeilste; er enthält ungefähr 3 Proc. Eisenvitriol. Häufig stellt man auch den Kupfervitriol aus Kupferabfällen, Kupferasche, Kupferhammerschlag durch Erhitzen derselben in einem Flammenofen bis zur vollständigen Oxydation und Lösen des Oxydes in verdünnter Schwefelsäure dar. 4) In großer Menge erhält man den Kupfervitriol als Nebenproduct bei der Affinirmethode, oder bei der Scheidung des Goldes vom Silber. Bei dieser Methode wird das goldhaltige Silber mit Schwefelsäure behandelt, wodurch schwefelsaures Silberoxyd gebildet wird, während das Gold ungelöst zurückbleibt. Die Lösung des schwefelsauren Silberoxydes wird mit metallischem Kupfer zusammengebracht; es löst sich von letzterem ein Aequivalent in der Schwefelsäure auf, während das Silber metallisch gefällt wird ($AgO, SO_3 + Cu = CuO, SO_3 + Ag$). Der auf diese Weise dargestellte Kupfervitriol ist vollkommen rein. Der aus den Abfällen bei dem Kupferhüttenproceß gewonnene Kupfervitriol wird von beigemengtem Eisenoxydul durch Erhitzen in einem Flammenofen bis zur beginnenden Zersetzung befreit, das Eisenoxydul wird in Oxyd verwandelt, das beim Auflösen der Masse ungelöst zurückbleibt.

Doppelvitriol. Unter Doppelvitriol oder gemischtem Vitriol versteht man einen aus Kupfervitriol und Eisenvitriol bestehenden, zusammenkrystallisirten Vitriol. Der Salzburgervitriol (Doppel-Adler) enthält 76 Proc., der Admonter 83 Proc. und der Doppel-Admonter 80 Proc. schwefelsaures Eisenoxydul. Zuweilen findet sich in dem gemischten Vitriol auch noch schwefelsaures Zinkoxyd (weißer Vitriol). In der

neueren Zeit wird aber der gemischte Vitriol weniger häufig angewendet.

Anwendung des Kupfervitriols. Der Kupfervitriol findet häufig Anwendung zur Darstellung der Kupferfarben, des essigsauren Kupferoxydes, zum Verkupfern, zum Brüniren des Eisens, zum Färben des Goldes, zum Einweichen des Getreides vor dem Säen und vor Allem in der neuesten Zeit zur Erzeugung galvanoplastischer Abdrücke.

Kupferfarben. Kupferfarben. Unter den zahlreichen Kupferfarben führen wir an: das Braunschweiger Grün, das Bremer Grün, das Schweinfurter Grün, das Mineralblau und den Grünspan.

Braunschweiger Grün. Mit dem Namen Braunschweiger Grün bezeichnet man verschiedene Kupferverbindungen, die als Malerfarbe Anwendung finden. Was jetzt im Handel diesen Namen führt, ist basisch kohlensaures Kupferoxyd ($CuO, CO_2 + HO, CuO$) und eine Nachahmung des Berggrüns, das man durch Mahlen des Malachits darstellt. Man erhält das Braunschweiger Grün, indem man Kupfervitriol mit kohlensaurem Natron oder kohlensaurem Kalk, oder auch Chlorkupfer, das man aus Kochsalz und Kupfervitriol dargestellt hat, vermittelst eines kohlensauren Alkalis, zersetzt, den entstandenen Niederschlag mit heißem Wasser auswäscht und demselben dann durch Zusatz von Baryt, Gyps u. s. w. verschiedene Nüancen giebt. Nach Prof. Stöckhardt's Untersuchungen findet sich das Braunschweiger Grün des Handels häufig mit dem arsenikhaltigen Schweinfurter Grün gemengt.

Bremer Grün. Das Bremer Grün ist entweder wesentlich Kupferoxydhydrat, oder eine Verbindung von Kupferoxyd mit Kupferchlorid. Nach Gentele stellt man es dar, indem man Kochsalz mit Kupfervitriol mengt, mit Wasser zu einem dicken Brei anrührt ($CuO, SO_3 + ClNa = CuCl + NaO, SO_3$) und den Brei in sogenannten Oxydirkästen mit Kupferblechstückchen schichtet. Durch Sauerstoffaufnahme oxydirt sich das metallische Kupfer, das als Oxyd sich mit dem Kupferchlorid zu einem unlöslichen basischen Salze verbindet. Die Oxydation des Kupfers wird durch öfteres Umschaufeln beschleunigt. Nach mehreren Monaten wird die entstandene Kupfermasse mit Wasser ausgewaschen und der ausgewaschene Schlamm durch Abseihen von den beigemengten Kupferstückchen getrennt. Der Schlamm wird dann mit Salzsäure angerührt, wodurch das basische Salz in ein neutrales verwandelt wird, und letzteres durch Kalilauge zersetzt. Das entstandene Kupferoxyd-

hydrat wird mit Wasser vollkommen ausgewaschen, auf Filtrirtüchern im feuchten Zustande einige Wochen lang der Luft ausgesetzt, gepreßt, geschnitten und dann bei gelinder Wärme getrocknet. Um verschiedene Sorten von Bremergrün zu erzeugen, wird der feuchte Niederschlag nach Stöckhardt mit feuchtem Gypsbrei gemengt. Nach Göttling stellte man früher das Bremer- oder Braunschweiger Grün — ein genauer Unterschied beider Körper ist nicht vorhanden — dar, indem man Kupferbleche mit einer Salmiaklösung übergoß, die sich auf der Oberfläche bildende grüne Masse abkratzte und mit der Digestion fortfuhr, bis alles Kupfer in Kupferoxydchlorür verwandelt war.

Schweinfurter Grün. Das Schweinfurter Grün ist die beliebteste, wenn auch die gefährlichste aller Kupferfarben. Man stellt es dar, indem man gleiche Gewichtstheile arseniger Säure und neutralen essigsauren Kupferoxydes für sich in Wasser löst, die Lösungen siedendheiß mit einander mischt, die Flüssigkeit mit einem gleichen Volumen Wasser mischt und die Mischung mehrere Tage lang stehen läßt. Hierbei bildet sich zuerst unmittelbar nach dem Zusammengießen der beiden Flüssigkeiten arsenigsaures Kupferoxyd ($AsO_3 + CuO, C_4H_3O_3 = CuO, AsO_3 + C_4H_3O_3$), während Essigsäure in der Flüssigkeit sich im freien Zustande befindet. Allmälig wird aber ein Theil der arsenigen Säure durch Essigsäure ersetzt, so daß sich eine Verbindung bildet, die nach Ehrmann in 100 Theilen aus 31,29 Kupferoxyd, 58,65 arseniger Säure und 10,06 Essigsäure besteht und die Formel $CuO, C_4H_3O_3 + 3(AsO_3, CuO)$ hat. Nach Braconnot erhält man das Schweinfurter Grün, indem man eine Auflösung von 6 Th. Kupfervitriol in der Siedehitze mit einer anderen Auflösung von 6 Theil arseniger Säure und 1 Th. Potasche zersetzt, und nach beendigter Fällung Essigsäure (aus Holzessig erhalten) im Ueberschusse, ungefähr 3 Th. zusetzt. Allmälig nimmt der Niederschlag an Volumen ab und verwandelt sich nach einiger Zeit in ein grünes, krystallinisches Pulver, das durch Decantiren ausgewaschen und bei gelinder Wärme getrocknet wird. Die Nüance dieser Farbe wird mehr gelb, wenn man das Verhältniß der arsenigen Säure vergrößert; intensiver wird der Ton, wenn man den Niederschlag einige Zeit mit einer schwach alkalischen Lösung erhitzt. — Das Schweinfurter Grün erscheint im Handel entweder krystallinisch oder als amorphes Pulver und ist stets mit weißen pulverigen Körpern gemischt, durch welchen Zusatz der Preis und die Nüance bedingt wird. Als Nüancirungsmittel benutzt man

schwefelsaures Bleioxyd, Gyps oder Schwerspath. Das Schweinfurter Grün ist unter den verschiedensten Benennungen käuflich, die gebräuchlichsten sind außer Schweinfurter-Grün, Kaiser-, Wiener-, Leipziger-, Papagei-, Mitis-, Neu-, Schwedisch-, Neuwieder-, Brixner-Grün u. s. w. Gewisse Sorten, deren Nüance ins Gelbe geht, werden durch Vermischen mit chromsaurem Bleioxyd (Chromgelb) dargestellt. Das Scheel'sche Grün wird durch doppelte Zersetzung aus Kupfervitriol und arsenigsaurem Kali erhalten. Es hat die Formel CuO, AsO_3.

Ersatzmittel für Schweinfurter Grün.

Der giftigen Eigenschaften wegen, die sich besonders bei der Anwendung des Schweinfurter Grüns als Kalkfarbe äußern sollen, ist die Anwendung der grünen Arsenikfarben in manchen Staaten untersagt. — Seitdem haben sich die Chemiker vielfach bemüht, Ersatzmittel für das Schweinfurter Grün ausfindig zu machen. Elsner schlägt zu diesem Zwecke das Titangrün (Titancyanür) vor, das er durch Fällen mit Titansäure und Blutlaugensalz dargestellt. Die Titansäure gewinnt er aus Iserin oder Rutil. Der schön dunkelgrüne Niederschlag wird mit salzsäurehaltigem Wasser ausgewaschen und vorsichtig getrocknet. Diese Farbe steht dem Schweinfurter Grün weit nach. Bolley empfiehlt borsaures Kupferoxyd, durch Zersetzen von Kupfervitriol mit Boraxlösung erhalten. Die ausgewaschene Masse wird getrocknet und geglüht. Die geglühte Masse wird geschlämmt. Nach angestellten Versuchen ist indeß diese Farbe hellblaugrün. Beringer schlägt vor, Grün aus chromsaurem Bleioxyd und Berlinerblau (Grüner Zinnober) zu mischen. Möglich, daß es in der Zukunft gelingt, die arsenige Säure durch die isomorphe phosphorige Säure zu ersetzen; mindestens haben wir einen Fingerzeig in der Vorschrift zur Bereitung des Kobaltultramarins von Louyet, bei welcher es gleichgültig ist, ob man Arsensäure oder Phosphorsäure anwendet.

Mineralblau.

Das Mineralblau, Bremerblau (Cendres bleues) ist eine blaue Malerfarbe, die wesentlich aus Kupferoxydhydrat besteht. Man stellt sie dar, indem man eine Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd (die man als Nebenproduct bei der Affinirung des Silbers vermittelst Salpetersäure erhält) mit Aetzkalk fällt. Der ausgewaschene Niederschlag wird ziemlich getrocknet und dann mit Kreide oder Gyps nüancirt. Das eigentliche Bremerblau ist fein geschlämmter Malachit, mithin kohlensaures Kupferoxydhydrat; künstlich erhält man es durch Fällen einer Vitriollösung mit kohlensaurem Ammoniak und Digeriren des Niederschlages mit Aetzkali-

lösung. Die unter dem Namen Kalkblau in dem Handel vorkommende blaue Farbe wird durch Fällen einer Lösung von 100 Th. Kupfervitriol und $12^1/_2$ Th. Salmiak mittelst der Kalkmilch von 30 Th. Aetzkalk in der Kälte dargestellt. Diese Farbe besteht aus Kupferoxydhydrat und schwefelsaurem Kalk und ist nach der Formel 2 ($CaO, SO_3 + 2 HO$) + 3 ($CuO, 2 HO$) zusammengesetzt.

Grünspan. Grünspan oder essigsaures Kupferoxyd kommt im Handel vor als neutraler oder krystallisirter Grünspan, und als basischer Grünspan. Der neutrale oder krystallisirte Grünspan ist neutrales essigsaures Kupferoxyd ($CuO, C_4 H_3 O_3 + HO$), das ursprünglich von den Holländern allein dargestellt wurde, die um andere Fabriken irre zu leiten, das Präparat mit dem Namen „destillirter Grünspan" bezeichneten. Der basische oder blaue Grünspan wird im Großen hauptsächlich in der Umgegend von Montpellier dargestellt; man verfährt dabei, indem man die Weintrebern in Fässern oder großen irdenen Häfen sich selbst überläßt. Der in den Trebern enthaltene Zucker geht unter Mitwirkung der gleichzeitig vorhandenen Fermente in Alkohol und dieser dann in Essigsäure über. Dabei erhöht sich die Temperatur beträchtlich. Wenn nach Verlauf von 3 — 4 Tagen ein deutlicher Essiggeruch sich entwickelt, werden die Trebern mit erhitzten Kupferblechen, die man vorher mit einer Auflösung von Grünspan bestrichen und wieder getrocknet hat, in irdenen Häfen geschichtet. Diese Häfen werden in einem Keller, dessen Temperatur 10° bis 12° beträgt, mit Strohmatten bedeckt, aufgestellt. Wenn sich auf den Blechen eine hinreichend starke Decke von Grünspan gebildet hat, kratzt man dieselbe ab, knetet den Grünspan in einem Fasse mit Wasser an und bringt den Brei in lederne Beutel, denen man durch Pressen eine viereckige Form giebt. Die vom Grünspan befreiten Bleche werden von Neuem benutzt, bis dieselben gänzlich aufgelöst sind. Dieser Grünspan ist blau und wird blauer oder französischer Grünspan genannt, er hat die Formel $CuO, C_4 H_3 O_3 + CuO, HO + 5 HO$. Auf andere Weise erhält man den Grünspan, indem man wie z. B. in Grenoble Kupferplatten mit Essig befeuchtet und an einem warmen Orte aufstellt, oder Kupferplatten mit Flanelllappen, welche mit Essig getränkt sind, schichtet; dieser Grünspan ist von grüner Farbe und hat die Formel $3 CuO + C_4 H_3 O_3$. — Der neutrale Grünspan $CuO, C_4 H_3 O_3 + HO$ wird erhalten 1) durch Auflösen des basischen Salzes in Essigsäure, 2) durch Zersetzen von Kupfervitriol

mit Bleizucker ($CuO, SO_3 + PbO, C_4 H_3 O_3 = CuO, C_4 H_3 O_3 + PbO, SO_3$). Nach der ersten Methode löst man den basischen Grünspan in 4 Th. destillirtem Essig oder Holzessig unter Erwärmen in einem kupfernen Kessel auf, decantirt die klare Flüssigkeit und dampft sie dann bis zum Erscheinen einer Salzkruste ab, worauf sie in hölzerne Gefäße gebracht wird, in denen sich der neutrale Grünspan an hineingestellte Holzstäbe ansetzt. Nach dem zweiten Verfahren werden die Lösungen gemischt, die Flüssigkeiten von dem ausgeschiedenen schwefelsauren Bleioxyd abgegossen und unter Zusatz von etwas Essigsäure zum Krystallisiren abgedampft. Anstatt des Bleizuckers wendet man zur Zersetzung des Kupfervitriols auch essigsauren Kalk an. Der neutrale Grünspan kommt im Handel in Trauben (grappes) vor, die aus dunkelgrünen, undurchsichtigen Säulen bestehen, sich in 13,4 Th. kaltem und 5 Th. siedendem Wasser, in 14 Th. siedendem Alkohol lösen. —

Anwendung des Grünspans.

Man wendet beide Grünspansorten an als Oel- und Wasserfarbe, zur Bereitung von Kupferfarben (Schweinfurter Grün), in der Färberei und Druckerei, als Farbmaterial, beim Vergolden und in früherer Zeit zur Darstellung der Essigsäure.

Blei.

Blei. Vorkommen desselben.

Das Blei ist seit den ältesten Zeiten bekannt. In der Natur kommt es nur sehr selten gediegen, häufig aber an Schwefel gebunden als **Bleiglanz** ($Pb S$ mit 86,55 Proc. Blei) und als **Bournonit** vor. Letzteres Bleierz besteht aus 41,77 Th. Blei, 12,76 Kupfer, 26,01 Antimon und 19,46 Schwefel ($3 Cu_2 S, Sb S_3 + 2 (3 Pb S, Sb S_3)$), und wird auf Blei und Kupfer verarbeitet. Außerdem findet es sich noch als **Weißbleierz** (kohlensaures Bleioxyd, PbO, CO_2), als **Grünbleierz** (phosphorsaures Bleioxyd, $3 (PO_5, 3 PbO) + Pb Cl$), als **Mimetesit** (arseniksaures Bleioxyd, $3 (As O_5, 3 PbO) + Pb Cl$), als **Vitriolbleierz** (schwefelsaures Bleioxyd, PbO, SO_3), als **Gelbbleierz** (molybdänsaures Bleioxyd, PbO, MoO_3) und als **Rothbleierz** (chromsaures Bleioxyd, PbO, CrO_3).

Gewinnung des Bleies durch Niederschlagarbeit.

Man gewinnt das Blei gewöhnlich aus dem **Bleiglanz** und zwar entweder durch **Niederschlagarbeit** oder durch **Röstarbeit**.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Niederschlagarbeit gründet sich auf das Verhalten des metallischen Eisens zu Bleiglanz. Wenn man nämlich Schwefelblei mit metallischem Eisen erhitzt, so bildet sich Schwefeleisen und metallisches Blei ($PbS + Fe = FeS + Pb$). Bei der Niederschlagsarbeit wird der Bleiglanz, der von dem fremden Gestein durch Ausschmelzen oder Schlämmen getrennt worden ist, mit Eisengranalien gemengt — die man erhält, indem man geschmolzenes Roheisen in Wasser gießt — und in einem Schachtofen niedergeschmolzen. Man erhält metallisches Blei und Bleistein, welcher letztere wesentlich aus Schwefeleisen, Schwefelblei und etwas Schwefelkupfer besteht. In Freiberg in Sachsen enthält das so gewonnene Blei 16 — 32 Loth Silber im Centner, der Bleistein aber nur 4 Loth im Durchschnitte. 27 Th. Eisen können 103 Th. Blei aus dem Bleiglanze abscheiden.

Gewinnung des Bleies durch Röstarbeit.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Rösten gründet sich auf das Verhalten des Bleioxydes und schwefelsauren Bleioxydes gegen Bleiglanz. Durch die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft wird ein Theil des Bleiglanzes zu Bleioxyd und schwefliger Säure oxydirt, nebenbei bildet sich auch schwefelsaures Bleioxyd. Durch den Sauerstoff des schwefelsauren Bleioxydes und des reinen Bleioxydes wird der Schwefel des noch unzersetzt gebliebenen Bleiglanzes oxydirt und entfernt ($3\,PbO + PbS = 4\,Pb + SO_2 + O$; $PbO, SO_3 + PbS = 2\,Pb + 2\,SO_2$). Ist bei dem Röstungsprocesse überschüssiger Bleiglanz vorhanden, so bildet sich ein Bleisubsulfuret ($Pb_2\,S$), aus welchem metallisches Blei, indem der Rückstand sich höher schwefelt, ausseigert ($2\,Pb_2\,S = 2\,PbS + 2\,Pb$). Das Rösten des Bleiglanzes wird auf dem Heerd eines Flammenofens ausgeführt, der sich nach der Mitte oder nach der Seite hin vertieft. Das Erz wird bei brauner Rothglühhitze zwei Stunden lang geröstet, darauf die Oeffnung des Ofens verschlossen und stärker erhitzt, wobei die Einwirkung des Bleioxydes und schwefelsauren Bleioxydes auf den Bleiglanz vor sich geht. Das metallische Blei sammelt sich nebst dem dickflüssigen Bleisubsulfuret in der Vertiefung des Heerdes an; letzteres wird auf den Heerd zurückgeschoben, ersteres abgestochen.

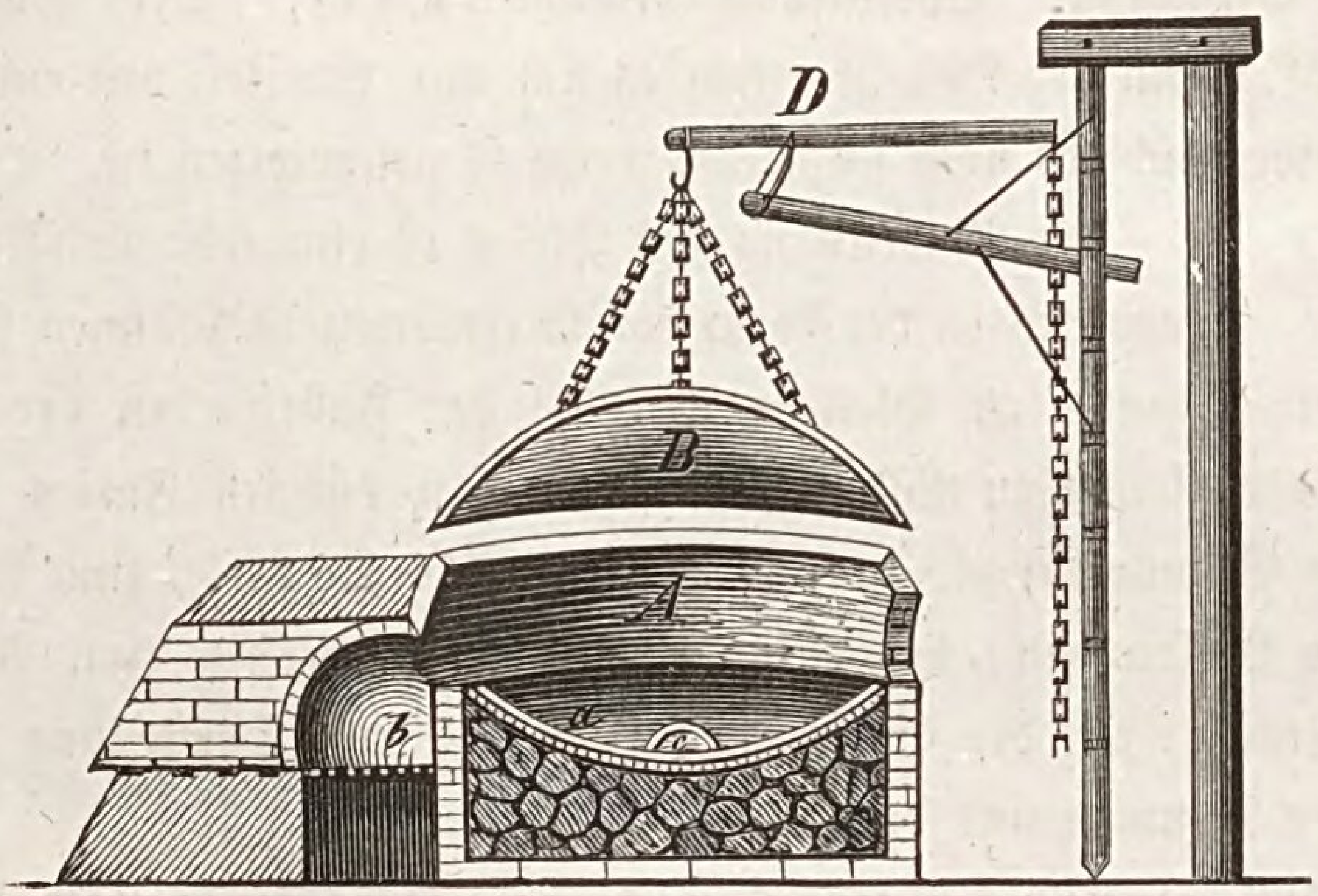
Werkblei.

Das durch die Niederschlags- oder durch die Röstarbeit gewonnene Blei heißt Werkblei und enthält etwas Silber, Kupfer, Antimon u. s. w. Um das Silber aus demselben abzuscheiden, unterwirft man das Werkblei dem Abtreiben, das darin besteht, daß

Abtreiben.

man das Werkblei auf einem porösen, aus Asche geschlagenen Heerde a (Fig. 55), in dessen Mitte sich eine Vertiefung c zum Ansammeln des Silbers befindet, so lange mittelst Flammenfeuer schmilzt, das von dem mit Holz oder Steinkohlen beschickten Feuerraume b auf den Heerd gelangt, bis

Fig. 55.



das Blei zu Bleioxyd (Bleiglätte) oxydirt, und von dem porösen Heerde aufgesogen wird. — Der Heerd wird durch ein zusammengeneigtes Gewölbe A überragt, auf welches während der Arbeit eine aus Blech gefertigte und mit Thon beschlagene Haube B gesetzt wird, wodurch der Ofen geschlossen ist. Die Vorrichtung D dient zum Abheben der Haube. — Die zuerst abfließende Glätte enthält vorzugsweise die fremden Metalle und wird als Abstrich oder Unart besonders aufbewahrt. Das auf dem Heerde zurückbleibende Silber wird bei verstärktem Feuer so lange abgetrieben, bis es zuerst in Regenbogenfarben spielt und dann eine Zeit lang mit weißem Lichte leuchtet, oder, wie man sich ausdrückt, den Silberblick zeigt. Die Trennung des Bleies vom Silber gründet sich kurz darauf, daß geschmolzenes Silber beim Zutritt der Luft sich nicht oxydirt, das Blei dagegen sehr leicht oxydirt wird und als flüssiges Oxyd abfließt. — Die entstandene Bleiglätte wird entweder als solche verwerthet oder durch den Frischproceß zu metallischem Blei reducirt. Das Frischen geht in Flammenöfen vor sich, auf deren Heerden man die Bleiglätte mit Kohlen schichtet. Das auf diesem Wege gewonnene Blei enthält häufig Kupfer, Antimon, auch wohl etwas Silber. Es ist daher minder weich (Hartblei) als das aus reiner Glätte dargestellte Blei (Weichblei).

Frischproceß.

Eigenschaften des Bleies.

Das Blei ist von bläulich grauweißer Farbe, starkem Metallglanz, ist im reinen Zustande sehr weich, läßt sich mit dem Messer schneiden, mit dem Fingernagel ritzen und färbt ab. Obgleich es sich zu dünnen Blättern auswalzen läßt, ist seine Zähigkeit geringer, als die der anderen dehnbaren Metalle; ein Draht von 0,1 Dicke zerreist schon bei 30 Pfund Belastung. Specifisches Gewicht 11,441. Sein Schmelzpunkt ist bei 323°. An der Luft überzieht es sich mit der Zeit mit einem Häutchen, dasselbe geschieht noch schneller, wenn es geschmolzen ist.

Anwendung des metallischen Bleies.

Die Anwendung des Bleies ist eine sehr vielfältige. Man benutzt es in der Form von Bleiplatten zu Pfannen für Schwefelsäure und Alaun, zu Bleikammern bei der Fabrikation der englischen Schwefelsäure, ferner zu Röhren, Retorten, in dünnen Folien zum Einwickeln des Schnupftabacks, zur Fabrikation des Schrots, zum Gießen von Kugeln, zu Legirungen, bei hüttenmännischen Processen zum Ausbringen gewisser Metalle, wie des Silbers und Goldes, zur Darstellung des Bleizuckers, der Mennige und des Bleiweißes.

Schrotfabrikation.

Zur Fabrikation des Schrotes (der je nach der Größe Rehposten, Hagel, Vogeldunst genannt wird) wendet man gewöhnlich Blei an, das 0,3 — 0,8 Proc. Arsenik enthält. Man schmilzt das Blei in gußeisernen Kesseln, bedeckt die Oberfläche mit Kohlenpulver und steigert die Hitze fort bis zur Rothgluth. Das Arsenik wird in grobes Papier gewickelt in einem eisernen Drahtkorbe in das geschmolzene Blei eingetragen und die Masse gut durch einander gerührt. Nachdem das Metallgemisch etwas abgekühlt ist, läßt man es durch Durchschläge von Eisenblech in feinen Strömen aus bedeutender Höhe in Wasser fallen (120 Fuß für feinere und 180 Fuß für gröbere Sorten). Das Wasser enthält auf 100 Theile 0,025 Th. Schwefelnatrium gelöst, um die Oxydation der Schrotkörner an der Luft zu verhindern. Der Centrifugalbleischrot wird dargestellt, indem man eine horizontale Scheibe, welche auf eine verticale Spindel befestigt, und mit einer siebartig von beliebiger Feinheit, durchlöcherten aufrechten Seitenwand aus Messingblech versehen ist, mit einer Randgeschwindigkeit von 1000 Fuß per Minute dreht und geschmolzene Bleischrot-Legirung auf dieselbe gießt. Die Legirung wird durch die Löcher der Seitenwand in regulären, glänzenden, gleichgroßen Kügelchen auf einen um die Scheibe kreisförmig angebrachten Schirm aus Leinwand mit der oben angegebenen Geschwindigkeit geworfen, ohne daß dieselben oval oder cylindrisch werden. Die entstandenen Kügelchen

sondert man durch Abrollen über eine schiefe Ebene von den nicht runden Theilen, sortirt darauf die Schrotkörner durch Siebe von verschiedener Oeffnung und polirt sie. Das Poliren oder Glätten geschieht, indem man die Körner mit etwas Graphit in kleinen Fässern gemengt dreht. Der Zusatz des Arseniks soll bewirken, daß das Blei beim Fallen aus der Höhe runde Tropfen bildet.

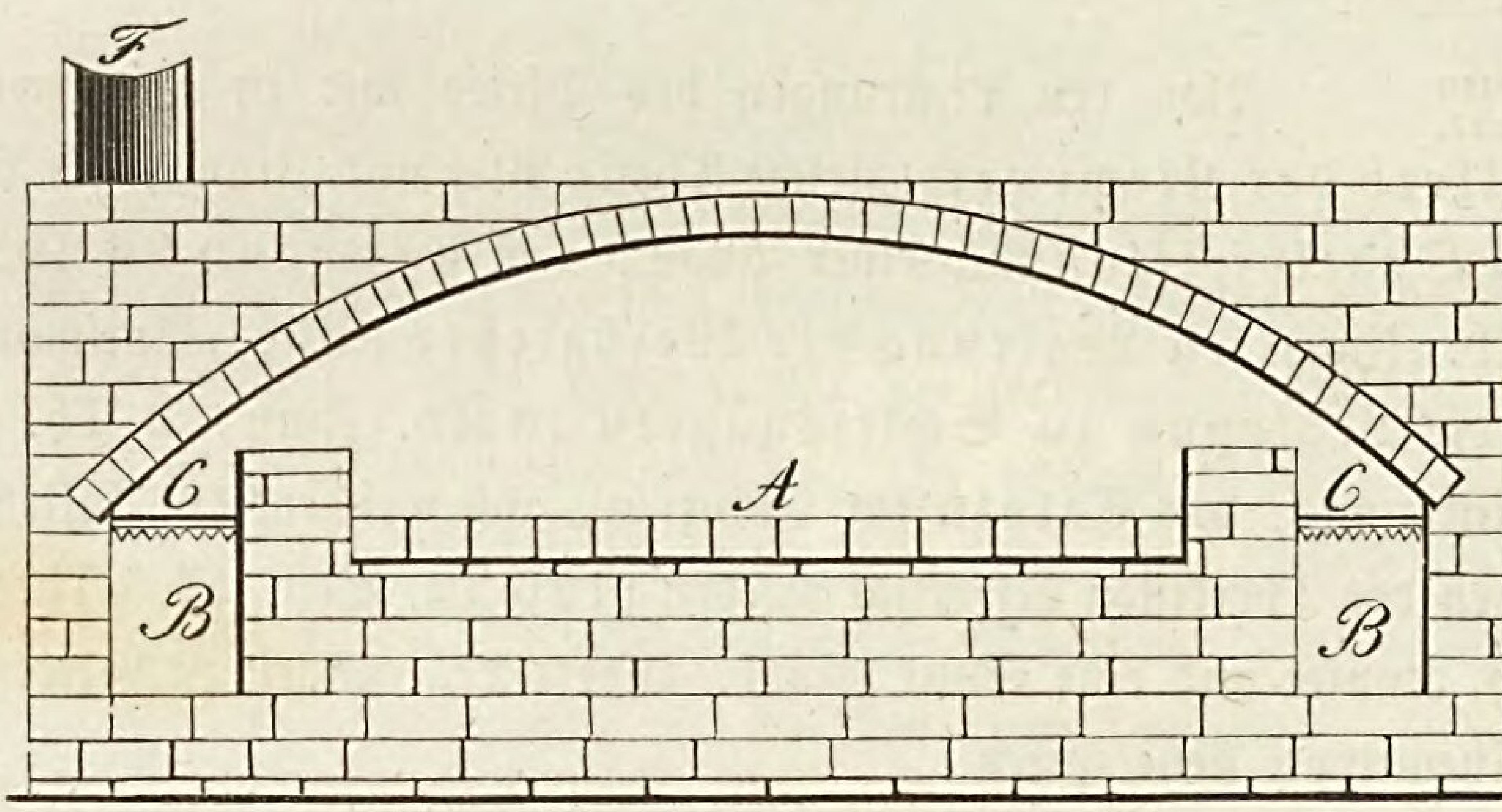
Legirungen des Bleies. Von den Legirungen des Bleies sind zu erwähnen das Schnellloth der Klempner (gleiche Theile Blei und Zinn), die Legirung zu Orgelpfeifen (nach einer Analyse von Erdmann 96 Th. Blei und 4 Th. Zinn), die Legirung der Weißgießer (Blei, Antimon und Zinn), die Legirung zu Schiffsnägeln (3 Th. Zinn, 2 Th. Blei, 1 Th. Antimon), das Calain der Chinesen, aus welchem die Folien zum Ausfüttern der Theekisten verfertigt werden (126 Th. Blei, 17,5 Th. Zinn, 1,25 Th. Kupfer und eine Spur Zink), andere Legirungen zu Lettern und zu der Chemitypie siehe unten.

Bleiglätte. Die Bleiglätte oder das Bleioxyd (PbO), auch Silberglätte, Goldglätte oder schlechtweg Glätte genannt, ist, wie sie im Handel vorkommt, halbgeschmolzenes, durch Kupfer und andere Metalle etwas verunreinigtes Bleioxyd. Man erhält die Glätte, wie bemerkt, bei dem Abtreiben des Silbers (s. S. 189) oder auch direct durch Oxydation des geschmolzenen Bleies. Die Glätte, welche sich im Anfange des Abtreibens bildet, ist von dunkler Farbe und ziemlich unrein, sie heißt schwarze Glätte. Für die beste Sorte der Glätte gilt die englische, welche von röthlicher Farbe und mit vielen glänzenden Punkten übersäet ist. Die deutsche (vom Harz und von Freiberg) ist von gelber Farbe. — Nicht geschmolzenes Bleioxyd, das man durch vorsichtiges Erhitzen von metallischem Blei auf dem Heerde eines Flammenofens darstellt, stellt ein gelbes Pulver dar, das früher, ehe das chromsaure Bleioxyd bekannt war, als gelbe Malerfarbe angewendet wurde und unter dem Namen Massicot bekannt war. Die Bleiglätte wird angewendet bei der Bereitung von Firniß,

Mennige. essigsaurem und kohlensaurem Bleioxyd, zur Darstellung der Bleiglasuren und des Flintglases u. s. w. Die Mennige, Minium, ist keine eigenthümliche Oxydationsstufe des Bleies, sondern eine Verbindung von Bleiglätte (PbO) mit Bleisuperoxyd (PbO_2). Man stellt die Mennige dar, indem man Bleioxyd in einem Ofen bei Luftzutritt erhitzt. Der zu

diesem Zweck dienende Ofen ist ein Flammenofen (Figur 56), dessen Heerd A mit Ziegelsteinen gepflastert ist; auf diesen Heerd bringt man das Bleioxyd, in die Feuerungsräume C C das Brennmaterial, dessen Flamme über den Heerd schlägt und durch den Schornstein F entweicht.

Fig. 56.



B, B sind Aschenfälle. Der Luftzug darf nur ein sehr geringer sein, da außerdem das Bleioxyd schmelzen und in Bleiglätte übergehen würde, welche nicht zu Mennige oxydirt werden kann. Während des Erhitzens wird fortwährend umgerührt. Häufig erzeugt man die Mennige aus Bleioxyd, das man aus metallischem Blei in dem Flammenofen selbst dargestellt hat; es geschieht dies z. B. in der Fabrik von Bigaglia in Venedig, in welcher man an den heißen Stellen des Ofens Blei in Massicot, an den weniger heißen letzteres unter Umrühren in Mennige verwandelt. Die reinste Mennige erhält man durch Glühen von kohlensaurem Bleioxyd in einem Flammenofen; sie führt den Namen Pariser Roth. Man benutzt die Mennige zur Fabrikation des Bleiglases, als Farbematerial, zur Darstellung von Kitt für Gasröhren und Dampfleitungsröhren u. s. w.

Verbindungen des Bleioxydes. Von den Verbindungen des Bleioxydes, die in den Gewerben Anwendung finden, sind zu erwähnen:

das essigsaure Bleioxyd (der Bleizucker),
das chromsaure Bleioxyd (das Chromgelb),
das kohlensaure Bleioxyd (das Bleiweiß).

Essigsaures Bleioxyd. Das essigsaure Bleioxyd oder der Bleizucker (PbO + A + 3 HO) besteht in 100 Theilen aus:

58,71 Bleioxyd,
27,08 Essigsäure,
14,21 Wasser,

krystallisirt in vierseitigen Säulen, die sich in 1,66 Th. Wasser und 8 Th. Alkohol lösen; beim Erhitzen zerlegt es sich in kohlensaures Bleioxyd, das zurückbleibt und in sich verflüchtigendes Aceton. Mit Schwefelsäure bildet es schwefelsaures Bleioxyd und Essigsäure. Man stellt es dar, indem man Bleiglätte oder besser noch Massicot in bleiernen oder verzinnten kupfernen Pfannen, mit destillirtem Essig oder Holzessig behandelt, die geklärte Flüssigkeit abdampft und in Porcellanschalen oder hölzernen Kästen krystallisiren läßt. Aus 100 Th. Bleiglätte erhält man 150 Th. Bleizucker. Man wendet denselben in der Färberei, bei der Firnißbereitung und zur Darstellung von Farbematerialien an. Von dem dreibasisch essigsauren Bleioxyd (dem Bleiessig) wird bei der Bleiweißfabrikation die Rede sein.

Chromsaures Bleioxyd.

Chromsaures Bleioxyd. Den Ausgangspunkt für das chromsaure Bleioxyd und für alle Chrompräparate bildet der Chromeisenstein, der wesentlich aus Eisenoxydul und Chromoxyd ($FeO, Cr_2 O_3$) besteht, also ein Magneteisenstein ist, in welchem das Eisenoxyd durch das isomorphe Chromoxyd ersetzt ist. Eben so findet sich häufig ein Theil des Chromoxydes durch Thonerde und Eisenoxyd, ein Theil des Eisenoxydules durch Talkerde und Chromoxydul vertreten. Es ist eisengrau bis pechschwarz. Von dem Gehalt an Chromoxyd ist der Werth des Chromeisensteins abhängig. Der von Baltimore eingeführte enthält 60 Proc., der steiermärkische 55 Proc., der französische nur 35 Proc. Chromoxyd.

Chromeisenstein.

Chromsaures Kali.

Das chromsaure Kali. a) Neutrales oder gelbes chromsaures Kali $KO, Cr O_3$ wird dargestellt, indem man gemahlenen und geschlämmten Chromeisenstein mit Potasche und Salpeter gemengt auf der Sohle eines Flammenofens schmilzt. Durch den Sauerstoff des Salpeters werden Chromoxyd und Eisenoxydul höher oxydirt, ersteres zu Chromsäure. Aus der zerstoßenen Masse zieht man durch Kochen mit Wasser das gebildete chromsaure Kali, unzersetzt gebliebenes kohlensaures Kali und etwas Kalialuminat aus. Die Lösung wird durch Holzessig zersetzt, wodurch Thonerde und Kieselerde zu Boden fallen, und darauf bis zum Erscheinen einer Salzhaut abgedampft. Das neutrale chromsaure Kali krystallisirt in citronengelben undurchsichtigen Säulen heraus, die sich leicht in Wasser, nicht aber

in Alkohol lösen und große Neigung zeigen, in zweifach chromsaures Kali überzugehen. Schwefelsäure und Salpetersäure verwandeln es sogleich in diese Verbindung ($2 KO, CrO_3 + SO_3 = KO, 2 CrO_3 + KO, SO_3$). b) Das saure oder doppelt chromsaure Kali krystallisirt in wasserfreien, morgenrothen Prismen, die sich in 10 Th. Wasser lösen. Die Lösung wirkt in hohem Grade ätzend. Bei starkem Erhitzen entwickelt es Sauerstoff, während Chromoxyd und neutrales chromsaures Kali zurückbleibt. Man stellt dieses Salz durch Behandeln der neutralen Verbindung mit Salpetersäure dar.

Jacquelain hat in der neueren Zeit empfohlen, das Kalksalz als Ausgangspunkt zur Darstellung der chromsauren Salze zu benutzen; er schlägt vor, Chromeisenstein mit Kreide unter häufiger Erneuerung der Oberfläche zu glühen, die fein gemahlene Masse in heißem Wasser zu vertheilen und unter stetem Umrühren Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction zuzusetzen. Das Kalksalz, welches nach dem Glühen einfach chromsaurer Kalk war, ist nach dem Behandeln mit Wasser und Schwefelsäure in zweifach chromsauren Kalk übergegangen. Außer dieser Verbindung enthält die Lösung noch etwas schwefelsaures Eisenoxyd, das mittelst Kreide gefällt wird. Die Lösung enthält nur noch zweifach chromsauren Kalk und etwas Gyps. Das zweifach chromsaure Kali läßt sich aus diesem Salze einfach darstellen, indem man eine Lösung von kohlensaurem Kali auf zweifach chromsauren Kalk einwirken läßt, es bildet sich kohlensaurer Kalk, während die Lösung des zweifach chromsauren Kalis zum Krystallisiren abgedampft wird. Tilghmann schlägt vor, gepulverten Chromeisenstein mit 2 Th. Kalk und 2 Th. schwefelsaurem Kali gemengt, 18 — 20 Stunden lang in einem Flammenofen zu glühen. Eine andere von demselben vorgeschlagene Methode besteht darin, Chromeisenstein mit Feldspathpulver und Kalk zu glühen.

Chromsaures Bleioxyd. Das chromsaure Bleioxyd oder Chromgelb gehört zu den schönsten gelben Farben und hat, weil es sich mit Bleiweiß und vielen anderen Farben, ohne verändert zu werden, mengen läßt, die anderen gelben Malerfarben zum größten Theil verdrängt. An Beständigkeit steht

Chromgelb. es nur dem chromsauren Zinkoxyd und dem Schwefelkadmium nach. Man stellt es durch Zersetzen von neutralem chromsauren Kali durch Bleizucker dar ($KO, CrO_3 + PbO, C_4 H_3 O_3 = KO, C_4 H_3 O_3 + PbO, CrO_3$). Bei Anwendung von zweifach chromsaurem Kali bedarf man zur Zersetzung

zweier Aequivalente Bleizucker. Häufig stellt man das Chromgelb in Fabriken aus schwefelsaurem Bleioxyd oder Chlorblei durch Zersetzen mittelst chromsauren Kalis dar. Der gelbe Niederschlag, der bei diesen Zersetzungen erzeugt wird, nimmt, wenn die Flüssigkeiten concentrirt waren, eine dunklere Färbung an. Das basisch chromsaure Bleioxyd, Chromroth, österreichischer, oder Chromzinnober ($Cr O_3 + 2 PbO$) wird erhalten, indem man das neutrale chromsaure Bleioxyd in schmelzenden Salpeter einträgt. Salpetersäure entweicht und das entstandene chromsaure Kali wird ausgewaschen (Liebig und Wöhler). Ferner stellt man es dar, indem man Chromgelb mit Kali oder Kalkmilch digerirt. Mit dem neutralen Salze gemengt, bildet das Chromroth die mannigfaltigsten Nüancen von Chromorange.

Chromroth.

Chromoxyd.

Das Chromoxyd $Cr_2 O_3$, das in der Glasfärberei, Porcellan- und Glasmalerei unter dem Namen Chromgrün vielfache Anwendung findet, wird auf verschiedene Weise dargestellt. Am schönsten und in einem Zustande, der in technischer Beziehung allen Anforderungen entspricht, erhält man es durch Glühen von chromsaurem Quecksilberoxydul ($2 Hg_2 O, Cr O_3 = Cr_2 O_3 + 5 O + 4 Hg$). Leider ist die Darstellungsart zu complicirt und zu kostspielig, um im Großen angewendet zu werden. Lassaigne schlägt vor, gleiche Aequivalente von neutralem chromsauren Kali und Schwefel zu glühen, und die geglühte Masse mit Wasser auszuziehen ($2 KO, Cr O_3 + 2 S = KS + KO, SO_3 + Cr_2 O_3$). Nach Wöhler mischt man neutrales chromsaures Kali mit Salmiak, glüht und laugt mit Wasser aus, wobei das Chromoxyd zurückbleibt.

Bleiweiß.

Das Bleiweiß oder kohlensaure Bleioxydhydrat wird auf verschiedene Weise dargestellt. Man unterscheidet die holländische, französische und englische Methode. Die holländische Methode der Bleiweißfabrikation ist auf die Erscheinung begründet, daß metallisches Blei in Berührung mit Essigdämpfen, Kohlensäure und Sauerstoff bei geeigneter Temperatur in Bleiweiß verwandelt wird. Die Mittel, nach dieser Methode Bleiweiß zu fabriciren, sind verschieden. In Holland und Belgien vorzugsweise wird das Blei in dünnen, spiralförmig gewundenen Blechen in irdene Töpfe gesetzt, auf deren Boden sich ordinärer mit Bierhefe gemischter Essig befindet; die Töpfe werden mit Bleiplatten bedeckt und in Pferdemist eingegraben. Ein derartig vorgerichtetes Mistbad wird Looge genannt. Durch die in dem Pferdemiste

Bleiweißfabrikation nach der holländischen Methode.

eintretende Gährung wird die Temperatur erhöht, der Essig verdampft und giebt dadurch unter Mitwirkung des Sauerstoffs zur Bildung von basisch essigsaurem Bleioxyd Anlaß. Durch die in dem gährenden Miste erzeugte Kohlensäure wird das basisch essigsaure Bleioxyd ($C_4 H_3 O_3 + 3 PbO$) zersetzt in Bleiweiß und neutrales essigsaures Bleioxyd. In den meisten Fabriken Deutschlands werden Bleiblätter in hölzernen Kisten über Essig aufgehängt und letztere in geheizten Räumen bei bestimmter Temperatur erhalten; einige Fabriken haben auch geheizte Kammern, in denen Bleiblätter aufgehängt sind, und deren Boden mit einer Schicht Lohe, Früchten, Weinlager, faulenden Stoffen u. s. w. bedeckt ist, durch welche Essig langsam durchsickert. In allen diesen Fällen werden die Bleibleche von ihrer Oberfläche aus nach innen zu, allmälig in Bleiweiß verwandelt. Dieses Rohproduct wird von dem Gehalte an essigsaurem Bleioxyd durch Auswaschen, von dem unangegriffenen, metallischen Blei durch Schlämmen befreit und kommt dann erst als reines Bleiweiß in den Handel. Eine jetzt in England gebräuchliche Modifikation der holländischen Bleiweißfabrikation besteht darin, daß man das feingekörnte, mit 1 — 1,5 Proc. Essig befeuchtete Blei in die, vom Boden aus mit Dampf auf ungefähr 35° erwärmten Fächer eines hölzernen Kastens bringt, in welchen ein Strom von Kohlensäure und hinreichend Dampf geleitet wird, um die Atmosphäre im Innern und das Blei eben feucht zu erhalten. Nach 10 — 14 Tagen ist die Umwandelung vollendet. Das rohe Bleiweiß wird wie gewöhnlich gewaschen und geschlämmt.

Nach der englischen Methode.

Nach der englischen Methode wird englisches Blei in einem Kessel geschmolzen, aus welchem es auf die Sohle eines großen Flammenofens fließt, zu welchem ein Gebläse fortwährend Luft führt. Das Blei zertheilt sich, bietet der Luft eine große Oberfläche dar und fließt zu einer Rinne, deren Seitenwände mit kleinen Oeffnungen durchbohrt sind, durch welche die Bleiglätte abfließt, während das schwerere Blei auf dem Boden der Rinne bleibt. Die fein zertheilte Bleiglätte, welche man auf diese Weise erhält, wird mit $^1/_{100}$ ihres Gewichtes in Wasser aufgelösten Bleizuckers befeuchtet und hierauf in horizontale Tröge gebracht, die oben verschlossen sind und unter einander communiciren. In diesem Zustande wird durch die Bleiglätte ein Strom von unreiner Kohlensäure geleitet, die in einem Flammenofen durch Verbrennung von Koks erzeugt wird. Die Gebläse, welche den Flammenofen speisen, bringen einen hinreichenden

Druck hervor, um das Gas durch Röhren, die durch kaltes Wasser abgekühlt werden, bis zu der Glätte zu treiben. Krücken, die durch eine Dampfmaschine bewegt werden, rühren das Oxyd beständig um, wodurch die Verbindung der Kohlensäure mit dem Oxyd begünstigt wird. Das auf diese Weise erhaltene Bleiweiß deckt sehr gut und wird von den Engländern dem auf nassem Wege erhaltenen vorgezogen.

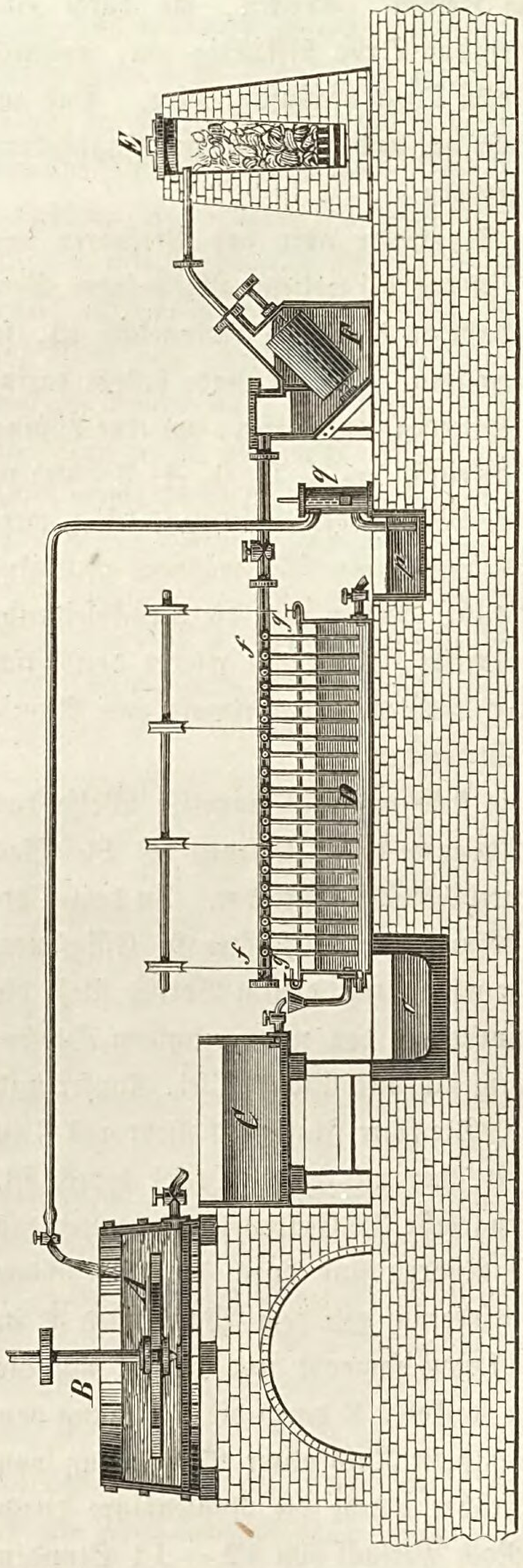
Bleiweißfabrikation nach der französischen Methode.

Die französische Methode oder das Verfahren von Thénard und Roard ist das bei weitem allgemeinere Verfahren der Bleiweißfabrikation. Da dasselbe auch das rationellste ist, so verweilen wir ein wenig länger bei demselben. Die Methode besteht darin, Bleiglätte in Essigsäure (rectificirtem Holzessig) aufzulösen, um eine Lösung von dreibasisch essigsaurem Bleioxyd (Bleiessig = $C_4\ H_3\ O_3 + 3\ PbO$) zu erzeugen. Indem man dann durch diese Lösung Kohlensäuregas leitet, werden zwei Aequivalente Bleioxyd als Bleiweiß ausgefällt, während neutrales essigsaures Bleioxyd in Lösung zurückbleibt. Indem man die zurückbleibende Lösung von Neuem mit Bleiglätte digerirt, bildet sich wieder dreibasisch essigsaures Bleioxyd, aus welchem durch Kohlensäure abermals zwei Aequivalente Bleioxyd als Bleiweiß ausgefällt werden.

Der Apparat der Bleiweißfabrikation zu Clichy.

In Clichy bei Paris stellt man auf normale Weise das Bleiweiß in folgendem Apparate durch Zersetzen des Bleiessigs (dreibasisch essigsauren Bleioxydes) mittelst Kohlensäure dar. In dem Bottich A (Fig. 57) bewirkt man die Auflösung von Bleiglätte in Essigsäure, welche durch den Rührer B beschleunigt wird; aus diesem Bottich fließt die Lösung des dreibasisch essigsauren Bleioxyds in das aus verzinntem Kupferblech bestehende Reservoir C, in welchem sich metallisches Blei, Kupfer und andere unlösliche Substanzen absetzen. Die klare Flüssigkeit fließt aus C in den zur Zersetzung bestimmten Kasten D, der mit einem Deckel bedeckt ist, durch welchen 800 Röhren g, g bis ungefähr 32 Centimeter tief unter das Niveau der Flüssigkeit führen. Diese Röhren sind durch die gemeinsame größere Röhre ff verbunden, welche wiederum mit dem Waschkasten F in Verbindung steht. In diesem Waschkasten sammelt und reinigt sich die Kohlensäure, welche in einem kleinen Kalkofen E durch die Zersetzung von $2^1/_2$ Maßtheilen Kreide und einem Maßtheile Koks unter Mitwirkung von atmosphärischer Luft erzeugt wird. Früher wurde die Kohlensäure durch Verbrennen von Holzkohle erzeugt. Nach Verlauf von 12 — 14 Stunden ist die Zersetzung beendigt. Man läßt die über dem Bleiweiß stehende klare

Fig. 57.



Lösung von neutralem essigsauren Bleioxyd in den Kasten p und den Bodensatz in das Reservoir O fließen. Vermittelst einer Pumpe q pumpt man die Lösung von dem neutralen essigsauren Bleioxyd in den Bottich A zurück und fängt die Operation von Neuem an. Das in dem Reservoir O befindliche Bleiweiß wird wiederholt mit Wasser gewaschen und das erste Waschwasser mit der Flüssigkeit in dem Bottich A vereinigt. Das ausgewaschene Bleiweiß wird getrocknet. Um Kohlensäuregas behufs der Bleiweißfabrikation wohlfeil darzustellen, ist vorgeschlagen worden, ein Gemenge von kohlensaurem Kalk, Kohle und Braunstein zu glühen ($CaO, CO_2 + C + 3 MnO_2 = Mn_3 O_4 + CaO + 2 CO_2$); man verwendet wohl auch die Kohlensäure, die sich bei der Gährung der Bierwürze und Branntweinmaische entwickelt, oder man benutzt endlich, wo sich die Gelegenheit darbietet, das der Erde entströmende Kohlensäuregas, indem man es durch ein Pumpwerk aufsaugt und durch Röhren dahin leitet, wo es benutzt werden soll. Bei Brohl in der Nähe des Laacher Sees wird auf diese Weise die Kohlensäure zur Bleiweißfabrikation benutzt.

Bleiweiß aus schwefelsaurem Bleioxyd.

Das schwefelsaure Bleioxyd (PbO, SO_3) wird in großer Menge als Nebenproduct bei verschiedenen chemischen Operationen, z. B. bei der Darstellung der essigsauren Thonerde aus Alaun und Bleizucker, oder bei der Essigsäure aus Bleizucker und Schwefelsäure, als werthloses Nebenproduct erzeugt, das der schwierigen Reduction wegen bis jetzt nicht auf metallisches Blei verarbeitet, und seines geringen Deckungsvermögens wegen auch nicht anstatt des Bleiweißes Anwendung finden konnte. Jetzt hat man in Frankreich angefangen, das schwefelsaure Bleioxyd durch kohlensaure Alkalien in Bleiweiß umzuwandeln. Man wendet zu diesem Zweck kohlensaures Ammoniak oder kohlensaures Natron an ($PbO, SO_3 + NH_4 O, CO_2 = PbO, CO_2 + NH_4 O, SO_3$). Payen empfiehlt diese Methode für Gegenden, in denen schwefelsaures Bleioxyd in großer Menge zu haben ist. Um das schwefelsaure Bleioxyd vortheilhaft auf metallisches Blei zu benutzen, wird dasselbe lufttrocken mit 67 Proc. Kreide, 12 — 16 Proc. Kohle und 37 Proc. Flußspath gemischt, in einem Ofen geschmolzen. Es wird hierbei zuerst kohlensaures Bleioxyd gebildet, das sodann durch die Kohle reducirt wird; auf der anderen Seite entsteht schwefelsaurer Kalk, mit welchem der Flußspath zu Schlacke zusammenschmilzt:

$$[PbO, SO_3 + CaO, CO_2 + 2\,C + n\,Fl\,Ca = Pb + 3\,CO + (CaO, SO_3 + n\,Fl\,Ca)].$$

Theorie der Bleiweißfabrikation.

Abgesehen von der zuletzt erwähnten Darstellungsart des Bleiweißes aus dem schwefelsauren Bleioxyd, ist die Bleiweißbildung nach allen angeführten Methoden abhängig:

1) von der Bildung von dreibasisch essigsaurem Bleioxyd;

2) von der Zersetzung dieser Verbindung in neutrales essigsaures Bleioxyd und in Bleiweiß.

Betrachten wir das Bleiweiß als kohlensaures Bleioxyd, so läßt sich die Bleiweißbildung durch folgende zwei Formeln anschaulich machen:

$$1)\ \underbrace{C_4 H_3 O_3, HO}_{\text{Essigsäure}} + \underbrace{3\,PbO}_{\text{Bleioxyd}} = \underbrace{C_4 H_3 O_3, 3\,PbO}_{\text{3bas. essigs. Bleioxyd}} + HO.$$

$$2)\ \underbrace{C_4 H_3 O_3, 3\,PbO}_{\text{3bas. essigs. Bleioxyd}} + \underbrace{2\,CO_2}_{\text{Kohlensäure}} = \underbrace{2\,PbO, CO_2}_{\text{Bleiweiß}} + \underbrace{C_4 H_3 O_3, PbO.}_{\text{neutral. essigs. Bleioxyd}}$$

Man sieht ein, daß eine beträchtliche Menge Bleiweiß durch eine verhältnißmäßig geringe Menge von neutralem essigsauren Bleioxyd erzeugt

werden kann. Die Bleiweißerzeugung würde auf diese Weise ohne Grenzen sein, wenn nicht das Bleiweiß eine gewisse Menge Bleizucker enthielte.

Im Kleinen kann man die Bleiweißbildung vornehmen, indem man in den officinellen Bleiessig (Acetum plumbi) vermittelst einer Glasröhre, ausgeathmete Luft oder einen Strom Kohlensäuregas leitet.

Bleiweiß aus Chlorblei.

Nach Tourmentin wird Bleiweiß mittelst basischen Chlorbleies (aus Kochsalz und Bleiglätte) dargestellt, indem man diese Verbindung mit Wasser umrührt, durch das Gemenge einen Strom Kohlensäuregas leitet und die Flüssigkeit in einem bleiernen Kessel mit Kreidepulver so lange kocht, bis sie filtrirt nicht mehr durch Schwefelammonium geschwärzt wird. Das gebildete Bleiweiß wird durch Waschen von dem Kochsalz befreit, geschlämmt und getrocknet.

Basisches Chlorblei als Surrogat des Bleiweißes.

Das basische Chlorblei, das in der neueren Zeit von Pattinson als Ersatzmittel des Bleiweißes vorgeschlagen worden ist, wird dargestellt, indem man eine heiße Lösung von Chlorblei ($PbCl$), die im Kubikfuß $24\frac{1}{3}$ Loth enthält, mit einem gleichen Volumen gesättigten Kalkwassers vermischt. Es setzt sich sogleich ein weißer Niederschlag ($PbCl + PbO, HO$) ab, der getrennt, gewaschen und getrocknet wird. Das Chlorblei wird durch Zersetzen von fein gemahlenem Bleiglanz in bleiernen Kesseln mit concentrirter Salzsäure dargestellt. Das Pattinson'sche Bleiweiß ist nicht ganz schneeweiß, sondern von einer etwas ins Bräunliche gehenden Farbe, welche aber in allen Fällen, wo das Bleiweiß mit etwas Schwarz oder Blau versetzt werden soll, kaum zu bemerken sein wird. Dagegen besitzt es eine ausgezeichnete Deckkraft.

Eigenschaften des Bleiweißes.

Bleiweiß ist im reinen Zustande blendend weiß, ohne Geruch und Geschmack. Je nach der Darstellungsart zeigt das Bleiweiß ein verschiedenes Aussehen; von den in den Töpfen gelegenen Bleiblättern erhält man das sogenannte Schieferweiß, das in Gestalt dünner Platten in den Handel kommt. Diejenigen Bleiplatten, mit denen die Töpfe zugedeckt waren, bekommen eine dickere Kruste, aus denen das gemeine Bleiweiß gebildet wird. Das Kremser Weiß ist reines Bleiweiß, mittelst Gummiwasser in Täfelchen geformt. Perlweiß ist mit etwas Berliner Blau oder Indigo versetzt. Mulder fand das im Handel vorkommende Bleiweiß zusammengesetzt aus 2 Aeq. kohlensaurem Bleioxyd und einem Aequivalent Bleioxydhydrat $2 (PbO, CO_2) + PbO, HO$. Hochstetter, welchem wir wichtige Aufschlüsse über die Fabrikation des Bleiweißes und

deren Theorie verdanken, Link und Philipps untersuchten mehrere Bleiweißsorten, sie fanden in 100 Theilen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Bleioxyd	83,77	85,93	86,40	86,25	84,42	86,72	86,5	86,51	86,36	86,11	86,27	85,52
Kohlensäure	15,06	11,89	11,53	11,37	14,45	11,28	11,3	11,26	11,58	11,53	11,62	12,58
Wasser	1,01	2,01	2,13	2,21	1,36	2,00	2,2	2,23	2,05	2,34	2,21	1,58

1. Kremserweiß. 2. Gefälltes Bleiweiß aus Magdeburg. 3. Harzer Bleiweiß. 4. Kremserweiß. 5. Kohlensaures Bleioxyd, durch Nachahmung der holländischen Methode von Hochstetter selbst erzeugt. 6. Bleiweiß aus Offenbach. 7. Bleiweiß aus Klagenfurt. 8.—12. Englisches Bleiweiß, nach der holländischen Methode dargestellt.

Was die deckenden Eigenschaften des Bleiweißes anbelangt, so scheint es sicher zu sein, daß dieselben von dem Aggregationszustande abhängen; ein durch Fällung erhaltenes, lockeres, krystallinisch körniges Bleiweiß deckt weniger, als ein nach der holländischen Methode bereitetes, dichteres. Nach Hochstetter scheint es, als ob die größere Deckkraft des Bleiweißes mit dem größeren Gehalte an Hydrat zunehme.

Verfälschung des Bleiweißes.

Man versetzt das Bleiweiß in den Fabriken häufig mit Schwerspath (zu 30,66, selbst bis zu 72 Proc.), schwefelsaurem Bleioxyd, Kreide, Gyps oder Thon. Reines Bleiweiß muß sich in verdünnter Salpetersäure vollständig lösen, durch überschüssig zugesetztes Aetzkali darf kein Niederschlag entstehen (Kreide); der in Salpetersäure unlösliche Rückstand deutet auf Gyps, Schwerspath oder schwefelsaures Bleioxyd. Das Bleisalz verräth sich dadurch, daß eine Probe desselben auf Kohle vor dem Löthrohr erhitzt, Metallkügelchen zeigt; Schwerspath giebt sich dadurch zu erkennen, daß eine Probe mit Kohle erhitzt und der Rückstand mit verdünnter Salzsäure übergossen, mit Gypslösung einen weißen Niederschlag erzeugt; Gyps ebenso behandelt, giebt mit Gypslösung keinen, wohl aber mit oxalsaurem Ammoniak einen weißen Niederschlag.

Anwendung des Bleiweißes.

Die Anwendung des Bleiweißes als Malerfarbe, zum Kitt, zum Leinölfirniß, zur Darstellung der Mennige ist bekannt. Mit der Anwendung des Bleiweißes ist der Nachtheil verbunden, daß dasselbe durch Schwefelwasserstoff außerordentlich leicht afficirt und in Schwefelblei verwandelt wird. Thénard hat vorgeschlagen, die durch Verwandelung des Bleiweißes in Bleisulfuret schwarz gewordenen Oelgemälde durch Behandeln der-

selben mit einer Auflösung von Wasserstoffsuperoxyd zu restauriren. Durch den Sauerstoff dieser Verbindung wird nämlich das Schwefelblei in weißes schwefelsaures Bleioxyd verwandelt.

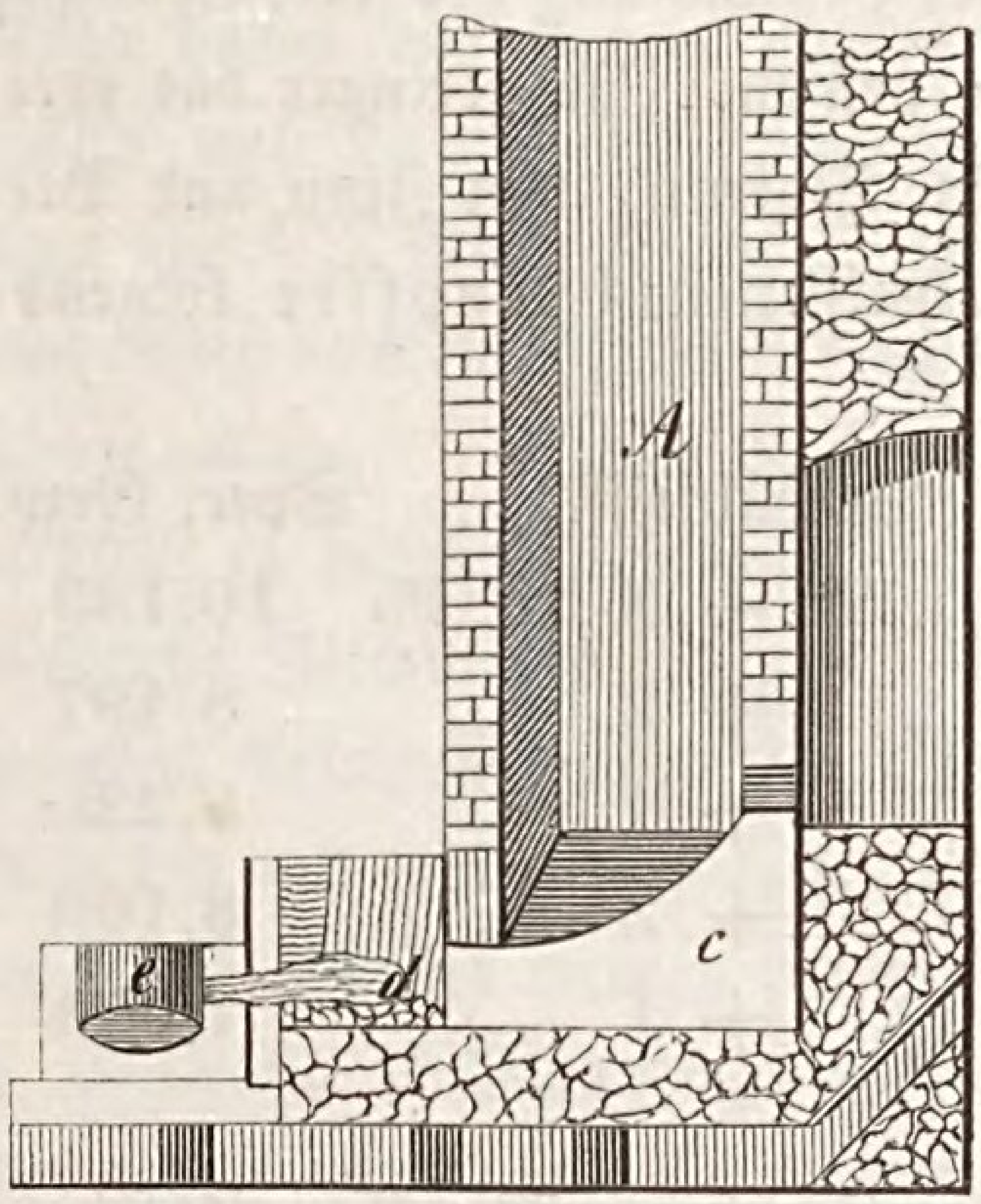
Ersatzmittel für Bleiweiß. Der eben angeführten Eigenschaft und der Giftigkeit des Bleiweißes wegen, hat man schon längst ein Ersatzmittel des Bleiweißes gesucht. Guyton de Morveau empfahl zu diesem Zwecke weinsteinsauren Kalk, Zinnoxyd und Zinkoxyd, vorzugsweise aber das letztere, welches, obgleich theurer als das Kremser Weiß, doch dadurch minder hoch zu stehen kommt, daß es specifisch viel leichter sei. Lassaigne hat von Neuem auf das Zinkoxyd als Ersatzmittel für das Bleiweiß aufmerksam gemacht und nach den neueren Erfahrungen scheint es, daß wohl mit der Zeit das Zinkweiß (siehe unten) das Bleiweiß verdrängen wird. De Ruolz schlug das Antimonoxyd vor.

Zinn.

Zinn. Vorkommen und Gewinnung desselben. Das Zinn findet sich in der Natur nie gediegen, sondern oxydirt als Zinnstein (SnO_2 mit 79 Proc. Zinn), und als Schwefelzinn mit anderen Schwefelmetallen verbunden im Zinnkies [$(2\,Cu_2\,S + SnS_2) + 2\,(FeS, ZnS)$, SnS_2 mit 26 — 29 Proc. Zinn] vor. Nur aus dem Zinnstein wird das Zinn gewonnen. Der sogenannte aufgeschwemmte Zinnstein, der fast aus reinem Zinnoxyd besteht, wird direct in Gebläseöfen mit Kohle geschmolzen. Das so erhaltene Zinn ist fast chemisch rein und kommt unter dem Namen Banka-, Malakka-, englisches Zinn in den Handel. Der gewöhnliche Zinnstein aber, so wie er sich im Gebirgsgestein, auf Lagern, Stockwerken, Gängen, im Granit, Syenit u. a. m., oder auf secundärer Lagerstätte, den sogenannten Seifenwerken oder Zinnseifen (Ablagerungen von verschiedenartigen Geröllen, besonders von Kieseln, mit Zinnsteingeröllen) findet, enthält außer dem Zinnoxyd, Schwefel, Arsenik, Zink, Eisen, Kupfer und andere Metalle. Dieses Erz wird zuerst durch Pochen und Schlämmen von der anhängenden Bergart und durch Rösten vom Schwefel, Arsenik und Antimon befreit. In Sachsen findet sich der Zinnstein in einem jüngeren Granit, der, vom älteren Gebirge umgeben, ein Stockwerk bildet. Er ist von Wolfram, Molybdänglanz, Schwefel- und Arsenikkies begleitet und führt den Namen

Zinnzwitter. Nach dem zu Altenberg gebräuchlichen Verfahren wird das geröstete Zinnerz im Schachtofen (Fig. 58), dessen Wände aus Granit

Fig. 58.



construirt und der auf einem Mauerwerke von Gneuß ruht, verschmolzen. Ein solcher Schachtofen besteht aus dem Schacht A und dem Vorheerd d; der Bodenstein c besteht aus einem Stück und ist muldenförmig nach d zu ausgehauen. Der Vorheerd d steht durch eine Stichöffnung mit einem eisernen Kessel in Verbindung; bei b mündet die Düse des Gebläses. Das Erz wird mit Kohlen geschichtet; das reducirte Zinn sammelt sich auf dem Vorheerd d, von welchem es in den Kessel e fließt. Es enthält aber Eisen und Arsenik. Von diesen Beimengungen wird es befreit, indem man es auf einem Heerde, der mit glühenden Kohlen bedeckt ist, aussaigert; das reine Zinn schmilzt zuerst, fließt durch die Kohlen und sammelt sich auf dem Stichheerde an. Dieses Zinn ist sehr rein und enthält kaum $^1/_{10}$ Proc. von fremden Metallen; es ist das Körnerzinn (Grain-tin). Die zurückbleibende schwerer schmelzbare Legirung wird nochmals umgeschmolzen und als Blockzinn in den Handel gebracht. Das in Böhmen und Sachsen ausgebrachte Zinn führt, je nachdem es in Stangen geformt, oder in dünne Blätter gegossen worden ist, die Namen Stangenzinn oder Rollzinn.

Eigenschaften des Zinnes.

Das Zinn ist silberweiß, von 7,28 spec. Gewicht, so weich, daß es mit dem Messer geschnitten werden kann, und zeigt beim Biegen ein eigenthümliches Geräusch, das Schreien oder Knirschen des Zinnes. Nach mehrmaligem Hin- und Herbiegen bricht das Zinn und zeigt einen hackigen Bruch.

Anwendung des Zinnes.

Man wendet das Zinn an zu Legirungen und zur Verfertigung von Gefäßen, die man durch Eingießen in Formen erhält. Zu dünnen Blättern ausgewalzt (Stanniol), dient es als Ueberzug und zur Spiegelbelegung. In dünnen Blättchen, die oft nur 0,001 Zoll stark sind, führt eine Legirung des Zinnes mit Zink den Namen Schlagsilber oder unächtes Silber. Zinn mit kleinen Mengen Kupfer, Antimon und

Wismuth legirt, bildet das häufig zu Löffeln u. s. w. verarbeitete Compositionsmetall. Da das im Handel vorkommende Zinn gewöhnlich mit anderen Metallen verunreinigt ist, die sämmtlich ein höheres spec. Gewicht als das des Zinnes haben, so hat man in der Bestimmung des spec. Gewichts des Zinnes ein Mittel, seine Reinheit zu prüfen. Je geringer das spec. Gewicht ist, desto reiner ist das Zinn. Eine Legirung von Zinn und Blei zeigt in den gebräuchlichsten Legirungsverhältnissen nach Kupffer folgende spec. Gewichte:

Verhältnisse.	Spec. Gew.	Verhältnisse.	Spec. Gew.
1 Th. Sn + 1 Th. Pb	8,864	1 Th. Sn + 4 Th. Pb	10,183
2 „ + 3 „	9,265	3 „ + 2 „	8,497
1 „ + 2 „	9,553	2 „ + 1 „	8,226
2 „ + 5 „	9,770	5 „ + 2 „	8,109
1 „ + 3 „	9,9387	3 „ + 1 „	7,994
2 „ + 7 „	10,0734		

Verzinnen. Oft überzieht man Gefäße aus anderen Metallen mit Zinn, was Verzinnung genannt wird. Bedingungen des Verzinnens sind, daß die Oberfläche des zu verzinnenden Metalles rein, d. h. oxydfrei sei, und daß beim Auftragen des geschmolzenen Zinnes die Oxydation desselben verhindert werde. Die zu verzinnenden Gegenstände werden deßhalb vorher durch Scheuern, Abschaben oder durch saure Beizen gereinigt. Die Oxydation des aufgetragenen Zinnes wird durch Colophonium und Salmiak verhindert, welche beide Substanzen das entstandene Oxyd augenblicklich wieder reduciren. Verzinnen von Kupfer, Die Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeeisens geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäß fast bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, geschmolzenes Zinn darauf schüttet und das Metall vermittelst eines Büschels Werg (Hede), der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Kupfers durch Reiben vertheilt. von Messing, Gegenstände von Messing, wie Nadeln, werden behufs des Verzinnens in einen verzinnten Kessel mit Zinnkörnern (Weißsud oder Zinnsud), und mit einer Lösung von saurem, weinsaurem Kali (Cremor tartari) einige Stunden lang gekocht. Die verzinnten Gegenstände werden mit Kleie oder mit Sägespänen abgerieben. Um Eisenbleche zu verzinnen, von Eisenblech. werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzenden Talg und dann in geschmolzenes Zinn eingetaucht. Durch den Talg wird

die Oxydation des Zinnes verhindert. Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn überzogen sind, werden sie aus dem Zinnbade entfernt, durch Schlagen mit einer Ruthe oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie gereinigt. Die auf diese Weise verzinnten Bleche haben den Fehler großer Weichheit und Leichtflüssigkeit, was nach Budy und Lammatsch dadurch vermieden werden kann, daß man das Zinn mit $^1/_{16}$ Nickel legirt. Der höhere Preis der Legirung soll dadurch compensirt werden, daß man nur halb so viel bedürfe.

Moiré metallique. Wenn man verzinntes Blech mit Säuren behandelt, so geschieht es häufig, daß sich auf der Oberfläche des Zinnes perlmutterartig glänzende Zeichnungen zeigen, die davon herrühren, daß das Zinn bei schnellem Erkalten krystallisirt. Durch Behandeln des Bleches mit Säuren, am besten mit einem Gemenge von 2 Th. Salzsäure, 1 Th. Salpetersäure und 3 Th. Wasser werden die krystallinischen Stellen blosgelegt, die, durch die ungleiche Reflexion des Lichtes, mattere und lichtere Stellen zeigen. Man nennt solches Blech gemort oder geflammt (Moiré metallique).

Musivgold. Das Musivgold oder Doppelt-Schwefelzinn wird im Großen dargestellt, indem man 2 Th. Zinn mit 1 Th. Quecksilber amalgamirt, darauf 1,25 Th. Schwefel und 1 Th. Salmiak zusetzt, das Ganze in einem Mörser mit etwas Wasser auf das innigste mengt und das Gemenge in bedeckten Tiegeln oder in einer Retorte mehrere Stunden lang erhitzt, wobei die Temperatur der angehenden Rothglühhitze nicht überschritten werden darf. Während der Operation entweichen Salmiak, Zinnchlorür und Zinnober mit einem Theile des Musivgoldes, während der größte Theil des letzteren auf dem Boden des Gefäßes zurückbleibt. Die Schönheit des Musivgoldes ist sehr von dem angewendeten Hitzgrade abhängig. Es erscheint in zarten goldgelben oder bräunlichgelben metallglänzenden Schuppen, die sich wie Talk anfühlen. Man benutzt es zum bronze- oder goldfarbenen Anstrich auf Holz, Papier, Gypsfiguren, indem man es mit Eiweiß, Firniß oder Lack aufträgt.

Zinnsalz. Das Zinnsalz, salzsaure Zinnoxydul oder Chlorzinn (SnCl) wird im krystallisirten Zustande (SnCl + HO) durch Auflösen von Zinnspänen in Salzsäure und Abdampfen der Lösung dargestellt. Nach Nöllner soll man die Salzsäure, so wie sie sich aus den Retorten entwickelt, sogleich auf granulirtes Zinn, das in Vorlagen von Steingut eingefüllt ist, einwirken lassen, und die aus den Vorlagen abfließende concen-

trirte Zinnsalzlösung in zinnernen Pfannen unter Zusatz von granulirtem Zinn eindampfen. — Das Zinnsalz erscheint in farblosen, durchsichtigen Krystallen, die sich sehr leicht in Wasser lösen. Die Lösung scheidet sehr bald ein basisches Salz ab. Diese Abscheidung wird durch Zusatz von Weinsäure vermieden. Man benutzt das Zinnsalz als Reductionsmittel von Indigo, Eisenoxyd und Manganoxyd und als Beizmittel, hauptsächlich zur Darstellung der rothen Farben mit Cochenille*) in der Färberei.

Zinnsaures Natron. Das zinnsaure Natron (Sodastannat), eine in der Färberei häufig angewendete Verbindung, wird dargestellt, indem man reines Zinn mit Chilesalpeter (salpetersaurem Natron) zusammenschmilzt, die erhaltene Masse auflöst und zur Krystallisation abdampft. Eine neue Methode der Darstellung dieser Verbindung von Young in Manchester macht die Reduction des Metalles aus den Erzen überflüssig. Nach dieser Methode wird der in Cornwallis häufig vorkommende Zinnstein (SnO_2) mit Aetznatron zusammengeschmolzen und die klare Lösung krystallisiren gelassen.

Wismuth.

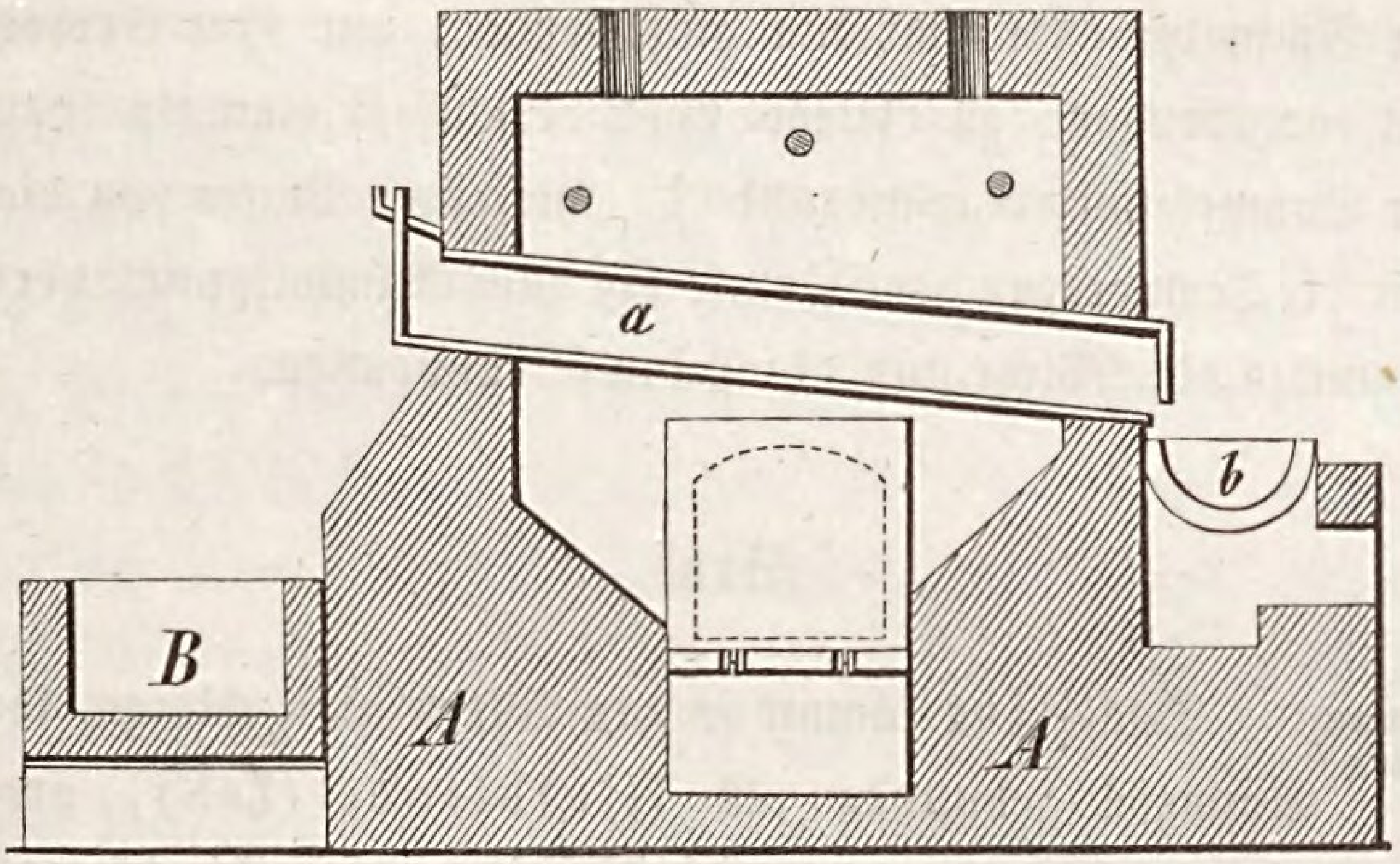
Wismuth. Vorkommen und Gewinnung desselben. Das Wismuth ist eins der seltener vorkommenden Metalle; es findet sich meist gediegen auf Kobalt- und Silbergängen im Granit, Gneus, Glimmerschiefer, und im Uebergangs- und Kupferschiefergebirge. Außerdem kommt es oxydirt vor als Wismuthocker (BiO_3 mit 89,9 Proc. Wismuth), mit Schwefel verbunden als Wismuthglanz (BiS_3 mit 80,98 Proc. Wismuth) und als Wismuthkupfererz (mit 47,24 Proc. Wismuth). Da das Wismuth meist gediegen vorkommt, so ist die Gewinnung desselben ziemlich einfach, da man es durch Aussaigern (Ausschmelzen) von der Gangart trennen kann. Bei Schneeberg im sächsischen Erzgebirge besteht ein Wismuthsaigerofen, auf

Wismuthsaigerofen. welchem man das Wismuth auf folgende Weise ausbringt. Die durchschnittlich 4—9 Proc. Wismuth enthaltenden Erze werden so viel

*) Das sogenannte salpetersaure Zinn der Färber wird durch Auflösen von gekörntem Zinn in Königswasser erhalten; diese Auflösung führt in der Färberei auch den Namen Physik, Composition; sie enthält Zinnchlorid ($SnCl_2$) und Zinnchlorür. Eine Verbindung des Zinnchlorids mit Salmiak ($SnCl_2 + NH_4Cl$) wird unter dem Namen Pinksalz in der Kattundruckerei als Beize benutzt.

als möglich von der Gangart getrennt und in haselnußgroßen Stücken in gußeiserne Röhren a (Fig. 59) eingetragen, welche durch den Ofen A geheizt

Fig. 59.



werden, das ausgeschmolzene Wismuth fließt in eiserne Näpfe b, die durch darunter befindliche glühende Kohlen erhitzt werden. In diesen Näpfen befindet sich Kohlenpulver, welches das flüssige Wismuth vor der Oxydation schützt. Die in den Röhren zurückbleibenden Erze werden in den mit Wasser angefüllten Kasten B gekrückt. — Bei der Verarbeitung der Kobaltspeise (siehe Seite 171) gewinnt man das Wismuth als werthvolles Nebenproduct.

Eigenschaften des Wismuths. Das **Wismuth** ist ein röthlich weißes Metall, von starkem Glanz, Härte und solcher Sprödigkeit, daß es gepulvert werden kann. Es schmilzt bei 246° und erstarrt bei 242° mit bedeutender Volumenvergrößerung. Sein spec. Gew. = 9,9.

Anwendung des Wismuths. Man benutzt das Wismuth zu Legirungen, als Oxyd mit Borsäure und Kieselsäure geschmolzen zu optischen Gläsern und als basisch salpetersaures Wismuthoxyd zu weißer Schminke (Blanc de fard). Unter den Legirungen des Wismuths sind die mit Blei und Zinn die wichtigeren. **Newton's** leichtflüssige Legirung besteht aus 8 Th. Wismuth, 3 Th. Zinn und 5 Th. Blei und schmilzt bei 94°,5 C. **Rose's** Metall besteht aus 2 Th. Wismuth, 1 Th. Blei und 1 Th. Zinn und schmilzt bei 93°,75 C. Ein geringer Zusatz von Quecksilber macht diese Legirungen noch leichtflüssiger. Eine Legirung von 3 Th. Blei, 2 Th. Zinn und 5 Th. Wis-

muth, deren Schmelzpunkt bei 91°,66 C. liegt, eignet sich zum Abklatschen (Clichiren) von Holzschnitten, Druckformen, Stereotypen u. s. w. Ehe man z. B. einen Holzschnitt in die Masse abdrückt, muß dieselbe schon so weit erkaltet sein, daß sie teigig zu werden anfängt. Eine ähnliche Legirung von bestimmtem Schmelzpunkte hat man angewendet, um dem Explodiren der Dampfkessel vorzubeugen; zu diesem Zweck verschließt man ein kurzes Rohr, das in dem Dampfkessel eingeschraubt ist, mit einer Platte von dieser Legirung; wenn die Temperatur der Dämpfe bis zum Schmelzpunkte der Legirung steigt, so schmilzt die Platte und die Dämpfe entweichen.

Zink.

Zink. Vorkommen und Gewinnung desselben.

Das Zink kommt in der Natur nie gediegen, sondern an Schwefel gebunden als Zinkblende (ZnS), oxydirt als edler Galmei, kohlensaures Zinkoxyd oder Zinkspath (ZnO, CO_2) und als gewöhnlicher Galmei oder Kieselzinkerz 2 (3 ZnO, SiO_3) + 3 HO vor. Außerdem findet es sich als Rothzinkerz, ein durch Manganoxyd gefärbtes Zinkoxyd. Zur Ausbringung des Zinks benutzt man meist den Galmei, der zuerst gebrannt und dann mit Kohle reducirt wird. Während der Reduction entweichen Kohlenoxydgas und gasförmiges Zink (ZnO + C = Zn + CO), welches letztere in kalten Räumen aufgefangen wird. In Altenberg (Vieille Montagne) bei Aachen und bei Iserlohn nimmt man die Reduction in horizontalen, irdenen Röhren vor. In Oberschlesien bedient man sich zur Zinkdestillation der Muffelöfen. In England wendet man Tiegel an, durch deren Boden ein offenes eisernes Rohr geht, das in ein darunter befindliches, mit Wasser angefülltes Gefäß mündet. Das bei der Destillation erhaltene Zink besteht aus einzelnen zusammenhängenden Tropfen, die in einem mit Lehm ausgeschmierten eisernen Kessel geschmolzen und im geschmolzenen Zustande in Form von Platten gegossen werden. Das im Handel vorkommende Zink enthält bis zu 2 Proc. fremde Metalle, Arsenik, Schwefelblei und Kohlensplitter. Durch nochmalige Destillation wird es von dem größten Theile der Verunreinigungen befreit. Bei dem Ausschmelzen von zinkhaltigen Blei-, Kupfer- und Eisenerzen setzen sich in den minder heißen Theilen des Ofens große Mengen einer festen Masse ab, die zum größten Theile aus Zinkoxyd, außerdem aus Eisenoxyd, Ofenbruch und Kohle besteht, Tutia oder Schwamm genannt wird und

wie der Galmey zur Gewinnung des Zinks und zur Messingfabrikation angewendet wird. — Als Nebenproduct erhält man aus kadmiumhaltigen Zinkerzen das Kadmium, dessen Verbindung mit Schwefel, als gelbe Farbe, in der Malerei Anwendung findet.

Eigenschaften des Zinks. Das Zink ist bläulichweiß, stark metallglänzend, hat im gewöhnlichen Zustande das spec. Gewicht von 6,8, nach dem Hämmern 7,2. Es ist nur wenig biegsam und bricht sehr leicht; der Bruch zeigt strahlig blätteriges Gefüge. Das Zink ist aber trotzdem so zähe und weich, daß es zu dünnen Blechen ausgewalzt werden kann. Bei 205° C. wird es so spröde, daß es sich in Pulver verwandeln läßt, bei 412° schmilzt es und verflüchtigt sich in der Weißglühhitze. Bei Luftzutritt erhitzt, entzündet es sich bei ungefähr 500° und verbrennt mit blauweißer Flamme zu Zinkoxyd. An der Luft überzieht es sich mit der Zeit mit einer Haut von Oxyd, welche die darunter liegenden Theile vor fernerer Oxydation schützt.

Anwendung des Zinks. Das Zink findet Anwendung als Blech zum Dachdecken, zu Gefäßen, Röhren, zur Druckerei, zu Platten und Cylindern für galvanische Apparate, zur Anfertigung von Gußwaaren anstatt der Bronze, zur Darstellung des Messings (siehe Seite 178), zur Darstellung von Wasserstoff unter Mitwirkung von Wasser und Schwefelsäure oder Salzsäure ($Zn, HO, SO_3 = ZnO, SO_3 + H$), zum Protegiren des Eisens, zum Ueberziehen der Telegraphendrähte, zur Bereitung von Zinkvitriol, Zinkweiß u. s. w.

Zinkweiß. Das Zinkweiß, Zinkoxyd, ZnO, das jetzt häufig als Ersatzmittel für Bleiweiß angewendet wird, stellt man aus schlesischem oder belgischem Zink durch Erhitzen an der Luft dar. Zu diesem Zwecke bringt man das Zink in Retorten aus Glashäfenmasse, welche denen der Leuchtgasfabriken sehr ähnlich und mit einer Oeffnung versehen sind, durch welche sie beschickt werden, und wodurch die Zinkdämpfe entweichen. Die Retorten liegen zu 8—10 in zwei rückwärts zusammenstoßenden Reihen in einem Flammenofen. Sobald die Retorten bis zum Weißglühen erhitzt worden sind, werden 1—2 Zinktafeln in jede Retorte gebracht. Das Metall verwandelt sich in Dämpfe, welche durch die Oeffnung der Retorte entweichen, und sogleich nach ihrem Austritt aus der Retorte einen bis auf 300° erhitzten Luftstrom treffen, durch welchen das Zink verbrannt und in Zinkoxyd verwandelt wird. Das entstandene lockere Zinkoxyd wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmälig

absetzt. Das so erhaltene Zinkoxyd ist von weißer Farbe und kann sofort, ohne Mahlen oder Schlemmen mit dem Firniß verrieben werden. Das Zinkweiß kommt etwas theurer zu stehen als das Bleiweiß, deckt aber besser und zwar decken 10 Gewichtstheile Zinkweiß denselben Flächenraum wie 13 Gewichtstheile Bleiweiß. Der Zinkweißanstrich hat ferner vor dem Bleiweißanstrich den Vortheil, daß er auch bei schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen seine weiße Farbe behält. Durch Zusatz verschiedener Metallfarben kann man dem Zinkweiß jede beliebige Färbung ertheilen, so grün durch Rinmann's Grün (vergl. Seite 172), blau durch Ultramarin, citronengelb durch Schwefelkadmium und chromsaures Zinkoxyd, orangegelb durch Schwefelantimon, schwarz durch Kienruß.

Zinkvitriol. Der Zinkvitriol, das schwefelsaure Zinkoxyd, auch weißer Vitriol oder Galitzenstein ($ZnO, SO_3 + 7 HO$), kommt theils in der Natur als neueres Gebilde durch Verwitterung der Zinkblende entstanden vor, theils wird er künstlich aus der Blende dargestellt, theils auch als Nebenproduct bei der Entwickelung von Wasserstoff erhalten. Er kommt in weißen Stücken vor, die zusammenziehend metallisch schmecken und als Zusatz zu den Oelen bei der Firnißbereitung zum Desinficiren der Kloaken und in den Kattundruckereien benutzt werden.

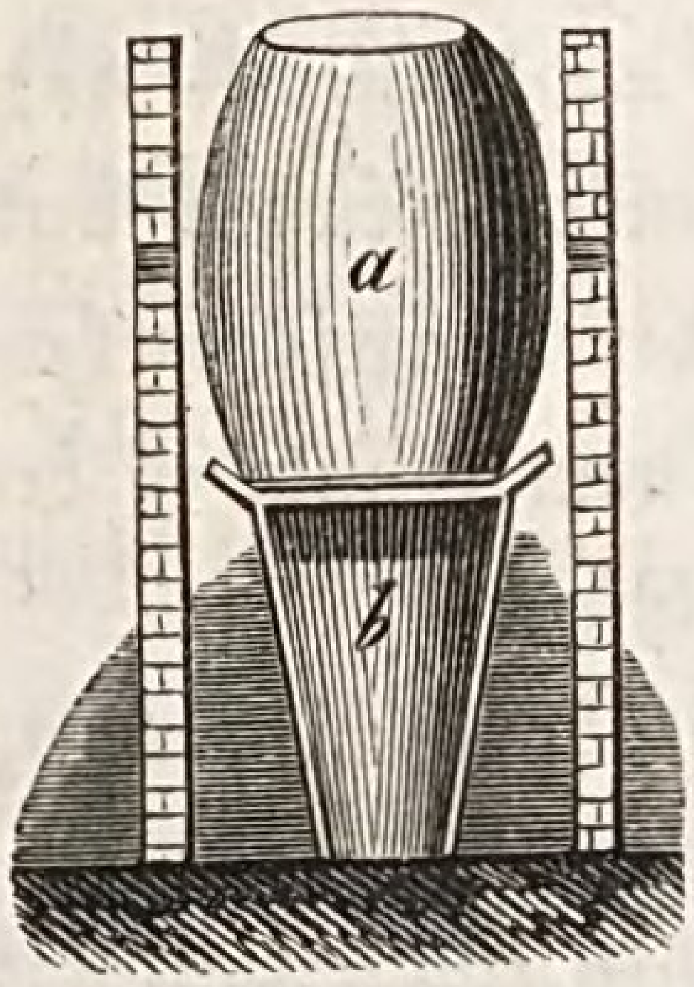
Löthwasser. Das beim Löthen, beim Verzinnen und Verbleien von Kupfer und Eisen häufig angewendete Löthwasser ist eine Lösung von Chlorzink-Salmiak ($NH_4 Cl, Zn Cl, HO$). Man erhält diese Lösung durch Auflösen von 3 Loth Zink in concentrirter Salzsäure und Zusatz von 3 Loth Salmiak zu der Lösung. Diese Flüssigkeit reinigt die Oberfläche der Metalle bei gelinder Wärme sehr leicht von Oxyd und bewirkt so die Ausbreitung des flüssigen Metalles auf dem starren.

Antimon.

Antimon. Das Antimon oder Spießglanz findet sich am häufigsten mit Schwefel verbunden als Grauspießglanz (SbS_3), der auf Lagern und Gängen im Granit, und im krystallinischen Schiefer- und Uebergangsgebirge bricht. Man gewinnt es, indem man den Grauspießglanz aus den Erzen ausschmilzt. Das Ausschmelzen geschieht in einigen

Gegenden, wie auf dem Wolfsberg bei Harzgerode, in Tiegeln a, deren Boden durchlöchert sind, und die auf kleineren Tiegeln b stehen (Fig. 60).

Fig. 60.



Das erhaltene Schwefelantimon (Antimonium crudum) wird auf einem Flammenherd bei gelinder Hitze geröstet und das zurückbleibende oxydirte Antimon mit Kohle und Potasche reducirt. Häufig zersetzt man das Schwefelantimon durch Eisen (Niederschlagsarbeit), wobei man 100 Th. Schwefelantimon, 10 Th. Glaubersalz und 2 Th. Kohle mit einander mengt und das Gemenge auf 42 Th. Eisengranalien wirft, die sich in einem irdenen glühenden Tiegel befinden. Durch die Einwirkung der Kohle auf das Glaubersalz wird zuerst Schwefelnatrium gebildet:

$$4\,C + NaO, SO_3 = 4\,CO + NaS,$$

welches mit dem Schwefelantimon ein Sulfosalz (eine Antimonleber): NaS, $Sb\,S_3$ bildet, aus welchem das metallische Eisen das Antimon abscheidet:

$$Sb\,S_3 + 3\,Fe = 3\,FeS + Sb.$$

Dieses so erhaltene Antimon ist nicht arsenikfrei, doch zum technischen Gebrauche hinlänglich rein.

Eigenschaften des Antimons. Das Antimon (Antimonkönig, Regulus Antimonii) ist von zinnweißer Farbe, glänzend, spröde und läßt sich leicht pulvern. Sein spec. Gewicht ist 6,8. Es schmilzt bei 430⁰ und läßt sich bei höherer Temperatur verflüchtigen. An der Luft geschmolzen, verdampft es und verbrennt mit weißer Flamme.

Legirungen des Antimons. Das Antimon wird in größter Menge von den Schriftgießern gebraucht. Die Lettern bestehen aus 1 Th. Antimon und 4 Th. Blei, außerdem häufig noch aus einer geringen Menge Kupfer. Im Allgemeinen benutzt man Antimon, um Zinn und Blei eine größere Härte, und Blei einen größeren Glanz zu geben.

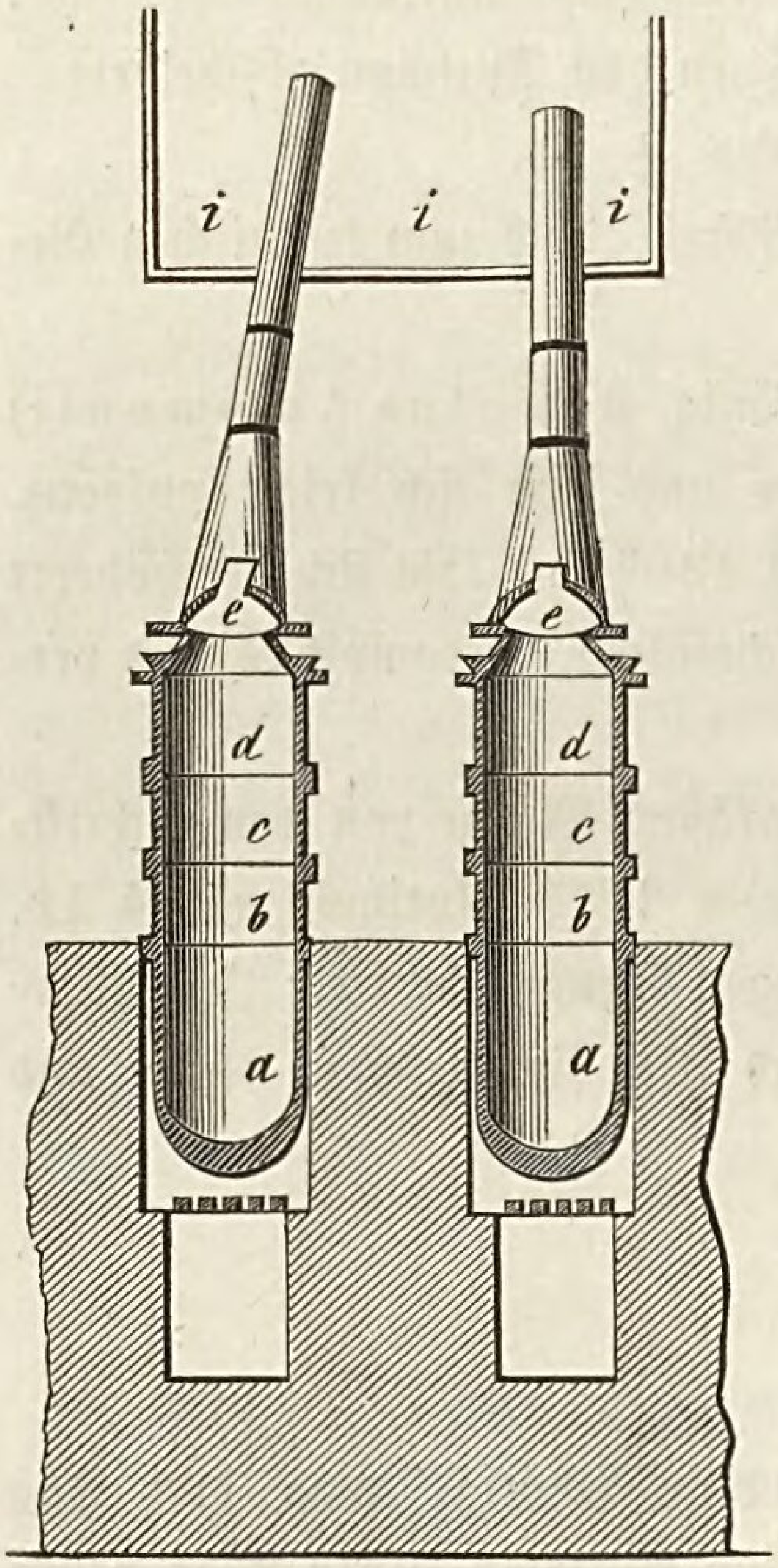
Arsenik.

Arsenik. Zwar nicht zu den Metallen gehörig, mag doch das Arsenik wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Antimon seinen Platz neben diesem Metalle finden. Das Arsenik findet sich in der Natur entweder gediegen, oder mit Schwefel und Schwefelmetallen verbunden. Die Oxydations-

stufen des Arseniks kommen dagegen in der Natur sehr selten vor. Das Arsenik ist ein fester krystallinischer Körper von stahlgrauer, glänzender Farbe. Man stellt es im Großen durch Sublimation des in der Natur vorkommenden gediegenen Arseniks dar, im Kleinen durch Reduction des weißen Arseniks (der arsenigen Säure: $AsO_3 + 3\ C = 3\ CO + As$). Es erscheint im Handel in schwarzgrauen, metallglänzenden Krusten und führt den Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt oder Näpfchenkobalt. Das reine Arsenik findet nur selten Anwendung, man benutzt es bei der Fabrikation von Schrot und zur Darstellung des Weißfeuers.

Arsenige Säure. Die arsenige Säure oder das weiße Arsenik, AsO_3 (Rattengift, Hüttenrauch), wird bei der Verarbeitung arsenikhaltiger Erze in den Blaufarbenwerken, auf Zinnhütten und dergl. als Nebenproduct gewonnen, indem man die arsenikhaltigen Erze in Flammenöfen röstet und die sich entwickelnden Dämpfe durch Kanäle und Kammern leitet, um die arsenige Säure zu verdichten. In Schlesien wird Arsenikkies eigends zur Gewinnung von arseniger Säure geröstet. Man erhält auf diese Weise die arsenige Säure in pulverförmigem Zustande, als Arsenik- oder Giftmehl; um sie zu raffiniren, wird dieses Pulver sublimirt. Das Sublimiren geschieht in eisernen Kesseln a (Fig. 61), auf welche man eiserne Ringe b c d und auf diese eine Haube e stellt, welche vermittelst der Röhren mit Kammer i in Verbindung steht. Neben dieser Kammer befinden sich noch einige andere Kammern. Nachdem alle Fugen verstrichen worden sind, beginnt die Sublimation. Die Hitze muß dabei so gesteigert werden, daß die in der Kammer i sich ansammelnde arsenige Säure weich zu werden beginnt; beim Erkalten wird sie dann glasig und später emailartig undurchsichtig. Sie ist wie alle anderen Arsenikpräparate im höchsten Grade giftig. Man benutzt die arsenige Säure in

Fig. 61.



der Kattundruckerei, zur Reinigung des Glases während des Schmelzens, zur Darstellung von Farben (siehe Seite 184), beim Ausstopfen von Thierbälgen u. s. w.

Schwefelarsenik. Unter den Schwefelungsstufen des Arseniks giebt es zwei, die in der Technik Anwendung finden, es sind dies das Realgar und das Operment.

Realgar. Realgar, rothes Arsenik, Rubinschwefel (AsS_2) kommt schon in der Natur häufig auf Erzgängen krystallinisch oder in deutlichen Krystallen vor und wird künstlich dargestellt, indem man Schwefel mit überschüssigem Arsenik oder arseniger Säure zusammenschmilzt, oder im Großen Arsenikkies mit Schwefelkies der Destillation unterwirft. Realgar erscheint als rubinrothe Masse von muschligem Bruche, die mit salpetersaurem Kali gemengt und angezündet unter Verbreitung eines weißen glänzenden Lichtes verbrennt. Auf dieser Eigenschaft beruht seine Anwendung zu Weißfeuer; der Satz dazu besteht aus 24 Th. Salpeter, 7 Th. Schwefel und 2 Th. Realgar.

Weißfeuer.

Operment. Operment, Auripigment, gelbes Rauschgelb (AsS_3) findet sich ebenfalls in der Natur und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Arsenik oder Realgar, oder durch Destillation von einer entsprechenden Menge Arsenikkies und Schwefelkies dargestellt. Es erscheint in derben, hellorangegelben, durchsichtigen Massen. Man benutzt es in der Färberei als Reductionsmittel und zur Darstellung des Rusma's; letzteres besteht aus 9 Th. Kalk und 1 Th. Operment mit etwas Wasser zu einem Teig gemacht. Es wird von den Orientalen als Enthaarungsmittel angewendet, läßt sich aber zweckmäßig durch das Calciumsulfhydrat ersetzen.

Rusma.

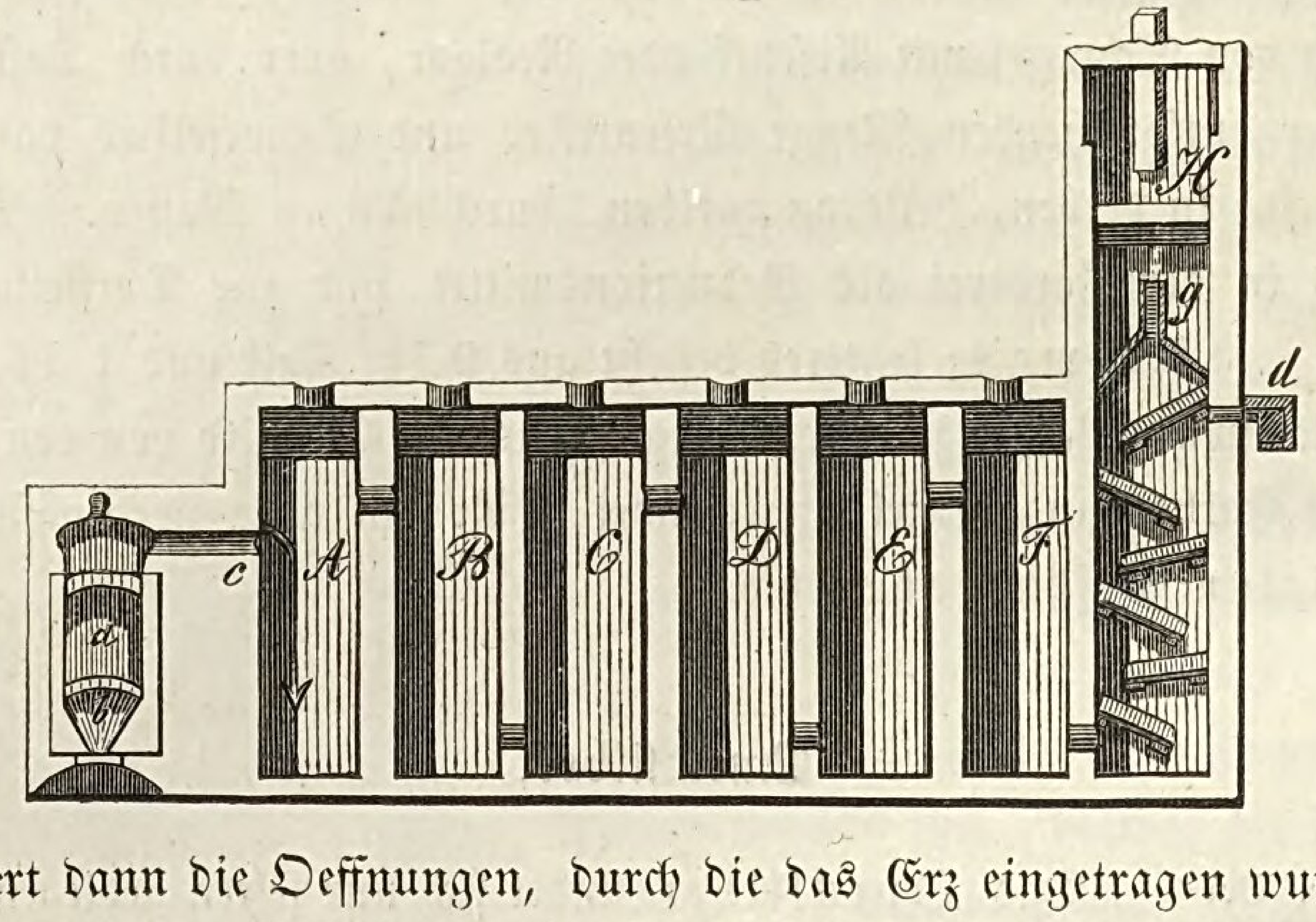
Quecksilber.

Quecksilber. Vorkommen und Gewinnung. Das Quecksilber findet sich nur selten gediegen, meist kommt es mit Schwefel verbunden als Zinnober (HgS) in Spanien, Krain, Istrien, der Rheinpfalz, in Californien*), Mexico u. s. w. vor. In Istrien findet sich der Zinnober als Quecksilberlebererz, ein

*) Lyman giebt über die höchst ergiebigen Zinnoberbergwerke Ober-Californiens folgende Notiz: „Der Zinnober findet sich massenweise in einer 42 Fuß mächtigen Schicht gelblicher Erde. Das Vorkommen war den Eingeborenen seit undenklicher

Gemenge von Zinnober mit Idrialin, Kohle und erdigen Theilen. Wo das Quecksilber gediegen vorkommt, wird es durch Pochen, Schlämmen und Pressen durch Leder von der Gangart getrennt und als Jungfernquecksilber in Handel gebracht. Zur Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober oder dem Quecksilberlebererz wird entweder der Zinnober (Schwefelquecksilber = HgS) mit gelöschtem Kalke oder Eisenspänen innig gemengt und aus gußeisernen Retorten destillirt ($HgS + Fe = FeS + Hg$), wobei der Quecksilberdampf sich in irdenen Retorten ansammelt, welche bis nahe zur Mündung des Retortenhalses mit Wasser angefüllt sind, oder man verbrennt Zinnober an der atmosphärischen Luft, der Schwefel verbrennt zu nicht condensirbarer schwefliger Säure, während das Quecksilber als ein unter diesen Umständen nicht oxydirbares Metall gasförmig entweicht und aufgefangen wird ($HgS + 2\,O = SO_2 + Hg$). Die Darstellung des Quecksilbers nach der letzteren Methode geht in Idria auf folgende Weise vor sich. Auf das mit Löchern versehene Gewölbe a des Ofens (Fig. 62) schüttet man die Erzstücke, bis der Ofen angefüllt ist,

Fig. 62.



vermauert dann die Oeffnungen, durch die das Erz eingetragen wurde und entzündet auf dem Rost b das Brennmaterial. Die heißen Gasarten ent-

---

Zeit als „Grube der rothen Erde" bekannt, womit sie ihre Körper zu bemalen pflegten." Während Lyman's Anwesenheit in Californien stellte man täglich aus 1600 Pfund Zinnober in höchst mangelhaften Destillirapparaten 2—300 Pfund Quecksilber dar und in den letzten drei Wochen im Ganzen ungefähr 10,000 Pfund. Außerdem findet sich der Zinnober noch an zwanzig anderen Orten im Umkreis weniger Meilen.

weichen durch das Rohr b in die Kammern A und gehen von da in die nachfolgenden B C D E und F; in der letzten Kammer fließt aus dem Wasserbehälter d fortwährend kaltes Wasser ein. Die letzten Spuren von Quecksilber verdichten sich in den Rauchkammern G und H. Nach beendigtem Verbrennen des Zinnobers wird das in den Kammern condensirte Quecksilber gesammelt, durch Zwillichbeutel filtrirt und in eisernen Flaschen oder in ledernen Säcken in den Handel gebracht.

Eigenschaften des Quecksilbers. Quecksilber ist metallglänzend, zinnweiß, bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig, bei — 40° wird es fest, dehnbar, es siedet bei 360°. Sein spec. Gewicht = 13,5. Es verbindet sich mit Metallen und bildet mit denselben die Amalgame, es verbindet sich leicht mit Blei, Wismuth, Zink, Zinn, Silber, Gold, schwer mit Kupfer, nicht mit Eisen. Auf dieser Eigenschaft, sich mit den meisten Metallen zu verbinden, beruht seine Anwendung zur Scheidung einiger Metalle wie des Goldes und Silbers von den Erzen (Amalgamation, Verquickung); man benutzt Amalgame zum Spiegelbelegen, zur Feuervergoldung, für das Reibzeug der Elektrisirmaschinen. Das Quecksilber findet ferner Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Darstellung der Secretage für Hutmacher (einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure), zur Fabrikation des Sublimats, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w.

Anwendung des Quecksilbers.

Verbindungen des Quecksilbers. Von den Verbindungen des Quecksilbers, die technische Anwendung finden, sind nur die zwei letztgenannten Körper zu erwähnen.

Zinnober. Der Zinnober (Schwefelquecksilber, Quecksilbersulfid = HgS) kommt, wie schon erwähnt, in der Natur als natürlicher Zinnober in rothen, derben Massen, oder in durchsichtigen, rothen Krystallen vor, und war schon zu Plinius' Zeiten unter dem Namen Minium bekannt. Man stellt jedoch den Zinnober, um ihn als Farbenmaterial anzuwenden, stets künstlich und zwar auf trocknem Wege und auf nassem dar. Auf trocknem Wege erhält man Zinnober, indem man 540 Th. Quecksilber mit 75 Th. Schwefel innig mengt und das entstandene schwarze Pulver in eisernen Gefäßen bei mäßigem Feuer bis zum Schmelzen, und darauf in irdenen, nur lose verstopften Gefäßen im Sandbade erhitzt. Die sublimirte Masse erscheint cochenillerothglänzend, im Bruche faserig; sie giebt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver, den präparirten Zinnober, dessen Farbe um so schöner ist, je reiner die Materialien und je freier die schwarze Verbindung von überschüssigem Schwefel war. Einigen Chemikern

zu Folge soll man die Scharlachfarbe des Zinnobers dadurch sehr erhöhen, daß man dem Gemenge vor dem Sublimiren 1 Proc. Schwefelantimon zusetzt und den Zinnober nach dem Zerreiben monatelang an einem dunklen Orte mit verdünnter Salpetersäure digerirt, oder den etwa beigemengten Schwefel durch Digestion mit Kalilauge entfernt. Auf nassem Wege erhält man den Zinnober, indem man weißen Präcipitat (Mercur. praecipit. alb. s. Hydrarg. amidato-bichlorat., $HgCl + HgNH_2$, den man durch Fällen einer Auflösung von Quecksilbersublimat mit Ammoniak erhält) mit einer Auflösung von Schwefel in Schwefelammonium digerirt (Liebig), oder nach Martius, indem man 1 Th. Schwefel, 7 Th. Quecksilber und 2 — 3 Th. concentrirter Schwefelleberlösung (KS_5) tagelang mit einander schüttelt. Nach der Brunner'schen Methode, die den schönsten Zinnober liefert, mengt man 114 Th. Schwefel mit 300 Th. Quecksilber und setzt zur Beschleunigung des Processes etwas Kalilösung zu. Auf einfache Weise geschieht das Mischen dadurch, daß man beide Bestandtheile in gut verschlossene, starke Flaschen bringt, und dieselben an irgend einen sich hin und her bewegenden Balken einer Dampfmaschine, wie z. B. den einer Sägemühle befestigt. Die schwarze Verbindung wird mit einer Lösung von 75 Th. Kali in 400 Th. Wasser gemischt und im Wasserbade bei 45° erhitzt. Nach einigen Stunden nimmt die Masse eine rothe Farbe an; sie wird zur Abkühlung in kaltes Wasser gegossen, auf Filtern gesammelt, gewaschen und getrocknet. — Der im Handel vorkommende Zinnober ist häufig mit Mennige, Eisenoxyd oder Chromzinnober (s. S. 195) verfälscht; beim Erhitzen bleiben diese Substanzen zurück. Eine Verfälschung mit Drachenblut läßt sich leicht durch Behandeln mit Alkohol nachweisen.

Knallquecksilber. Das Knallquecksilber oder knallsaure Quecksilberoxyd besteht in 100 Theilen aus 76,06 Th. Quecksilberoxyd und 23,94 Th. Knallsäure. Es wurde von Howard entdeckt und früher Howard's Knallpulver genannt. Es wird im Großen auf folgende Weise dargestellt. Man löst bei gelinder Wärme 2 Pfund Quecksilber in 10 Pfund Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht und versetzt diese Lösung mit noch 10 Pfund Salpetersäure. Die Flüssigkeit wird in sechs tubulirte Retorten vertheilt und in jede Retorte zu der noch warmen Flüssigkeit 10 Liter Alkohol von 0,833 spec. Gew. zugegossen. Mißt man Quecksilber, Salpetersäure und Alkohol, so nimmt man auf 1 Volumen Quecksilber $7\frac{1}{2}$ Volumen Salpetersäure und 10 Volumen Alkohol. Nach Verlauf von

einigen Minuten beginnt eine große Menge Gas sich zu entwickeln, und es bildet sich ein weißer Niederschlag, der auf einem Filter gesammelt und zur Entfernung der Säure mit kaltem Wasser gewaschen wird. Das Filter wird darauf mit dem Niederschlage auf einem Kupferbleche oder auf einer Porcellanplatte, welche durch Wasserdampf nicht bis zu 100° erwärmt wird, ausgebreitet und getrocknet *). Aus 100 Theilen Quecksilber erhält man auf diese Weise 118 — 128 Th. Knallquecksilber; nach der Theorie müßte man 142 Th. erhalten. Der getrocknete Niederschlag wird in kleine Partien getheilt und eine jede derselben in Papier eingeschlagen, besonders aufbewahrt. Das knallsaure Quecksilberoxyd bildet weiße, durchsichtige Krystallnadeln, die bis zu 186° erhitzt oder heftig gestoßen mit starkem Knalle detoniren **). Vorzüglich leicht explodirt das Knallquecksilber auf Eisen, wenn es mit einem eisernen Instrumente geschlagen wird. Mit 30 Proc. Wasser gemischt, läßt es sich ohne Gefahr auf einer Marmortafel mit einem hölzernen Pistill fein reiben. Das Knallquecksilber wird bekanntlich in großer Menge zum Füllen der Zündhütchen gebraucht. Die Zündhütchen sind aus dünn gewalztem Kupferblech gefertigt, die, um das Auseinanderspringen während des Entzündens zu vermeiden, häufig an den Seiten gespalten sind. Um die Zündhütchen zu füllen, reibt man 100 Th. Knallquecksilber auf Marmor mit 30 Th. Wasser fein und setzt zu dem Brei 50 Th. Salpeter, oder 62,5 Th. Salpeter und 29 Th. Schwefel, oder 60 Th. Mehlpulver. Der nasse Brei wird auf Papierunterlagen getrocknet und vermittelst Haarsieben gekörnt. Die Körner werden auf Papier ausgebreitet und in flachen Holzkästen getrocknet. Auf das in das Zündhütchen gelegte Korn des Zündpulvers wird in manchen Fabriken ein kleines Kupferplättchen gelegt, das fest auf die Zündmasse auf-

Zündhütchen.

---

*) Die Bildung des knallsauren Quecksilberoxydes läßt sich durch folgendes Schema verdeutlichen:

$$1)\ HgO + 2\,NO_5 + \underbrace{4\,C_4\,H_6\,O_2}_{\text{Alkohol}} = HgO + 2\,NO_3 + \underbrace{C_4\,H_4\,O_2}_{\text{Aldehyd}} +$$

$$\underbrace{2\,C_2\,O_3}_{\text{Oxalsäure}} + 8\,H + \underbrace{2\,C_4\,H_6\,O_2}_{\text{Alkohol.}}$$

$$2)\ HgO + 2\,NO_3 + C_4\,H_6\,O_2 = \underbrace{HgO,\,C_4\,N_2\,O_2}_{\text{Knallsaures Quecksilberoxyd.}} + 6\,HO$$

**) $HgO,\,C_4\,N_2\,O_2 + 5\,O = Hg + 2\,N + 4\,CO_2$.

gepreßt wird. Andere Fabriken überkleiden das Korn mit einer weingeistigen Lösung von Schellack oder Sandarak, welche aber wegen der oxydirenden Einwirkung auf das Kupfer zu verwerfen sind; am zweckmäßigsten ist eine Auflösung von Mastix in Terpentinöl. Derselbe wird in dem Hütchen mit einer Harzauflösung befestigt und zum Schutze vor der Feuchtigkeit mit dieser Lösung überzogen. Ein Kilogramm Knallquecksilber ist zur Füllung von 40,000 Zündhütchen ausreichend. Für Jagdflinten reicht ein Kilogramm für 57,600 Zündhütchen hin.

Knallsilber. Das Knallsilber (knallsaure Silberoxyd) wird auf ähnliche Weise wie das Knallquecksilber durch Auflösen von Silber in Salpetersäure und Mischen dieser Lösung mit erwärmtem starken Alkohol dargestellt. Die Darstellung dieses Präparates erfordert die größte Vorsicht, da es schon im feuchten Zustande mit der größten Heftigkeit explodirt. Es kann deshalb nicht zur Füllung der Zündhütchen angewendet werden. Wohl aber dient es zu Spielereien, wie zu Knallerbsen, Knallfidibus u. s. w. Um Knallerbsen zu erhalten, bringt man ein wenig Knallsilber in eine dünngeblasene, kleine, hohle Glaskugel und umwickelt dieselbe mit etwas Papier. Wird die Kugel mit Gewalt zur Erde geworfen, so bewirken die Glasscherben durch Reibung die Explosion des Knallsilbers. — Nicht zu verwechseln mit diesem Präparat ist das Silberoxyd-Ammoniak, welches häufig mit dem Namen Knallsilber bezeichnet wird; diese Verbindung explodirt noch leichter als das knallsaure Silberoxyd und wird deshalb nicht angewendet.

Platin.

Platin. Vorkommen. Das Platin findet sich nur gediegen und zwar in geringer Menge in dem Platinerze, das besonders in Südamerika im aufgeschwemmten Lande und am Ural in Form kleiner, rundlicher, metallglänzender, stahlgrauer Körner vorkommt. In der neueren Zeit hat man auch gediegenes Platin unter Waschgold aus dem Bergwerk des Herrn Erwin in Rutherford-County in Nordamerika gefunden. Daß das Platin überhaupt viel allgemeiner verbreitet sei, als man bislang annahm, geht aus den Untersuchungen Pettenkofer's hervor, in welchen nachgewiesen wird, daß alles Silber, das nicht direct aus einer Scheidung herrührt, einen geringen Platingehalt habe. Das Platin wurde von den Spaniern in Ame-

rika entdeckt, von denen es anfänglich für Silber gehalten wurde, bis 1752 Scheffer das Platin als eigenthümliches Metall erkannte.

Platinerz. Die unter dem Namen Platinerz, gediegen Platin, rohes Platin in dem Handel vorkommenden Erze sind Gemenge von Platin mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Eisen, Kupfer und Blei, und enthalten außerdem gewöhnlich noch Körner von Osmium Iridium, Gold, Chromeisen, Titaneisen, Spinell, Zirkon und Quarz. Nach der Zerstörung der Gebirgsmassen, in denen es enthalten war, ist es von den Fluthen fortgerissen worden. Boussingault fand in Südamerika die primäre Lagerstätte des Platins, und am Ural ist es jedenfalls der Serpentin, in welchem das Platinerz vorkommt. Berzelius und Svanberg fanden bei der Analyse des Platinerzes von Ural (a), Columbia (b), Choco (c):

	a.	b.	c.
Platin	86,50	84,30	86,16
Rhodium . . .	1,15	3,46	2,16
Iridium	—	1,46	1,09
Palladium . . .	1,10	1,06	0,35
Osmium . . .	—	1,03	0,97
Osmium-Iridium .	1,14	—	1,91
Kupfer	0,45	0,74	0,40
Eisen	8,32	5,31	8,03
Kalk	—	0,12	—
Quarz	—	0,60	—

Die jährliche Ausbeute an Platin beträgt 4300—4600 Pfund, wovon auf den Ural 3800—4000 Pfd., auf Columbia und Brasilien 600 Pfd. kommen.

Gewinnung des Platins aus den Platinerzen. Das Platin wird aus den Erzen auf folgende Weise gewonnen. Nach dem Waschen werden dieselben bis zum Rothglühen erhitzt und darauf mit Salzsäure behandelt. Dann übergießt man diese Erze mit kaltem Königswasser, um das Gold zu entfernen, filtrirt ab und behandelt den Rückstand in einer Retorte von Neuem mit Königswasser. Die abdestillirte Flüssigkeit enthält Osmiumsäure, der ungelöste Rückstand Osmium-Iridium, Ruthenium, Chromeisenstein und Titaneisen, während in der Flüssigkeit Palladium, Platin, Rhodium und eine geringe Menge Iridium enthalten sind. Diese Lösung wird mittelst kohlensauren Natrons

neutralisirt und mit einer Lösung von Cyanquecksilber versetzt, wodurch das Palladium als Cyanpalladium ausgeschieden wird. Die vom Cyanpalladium abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Abdampfen concentrirt und mit einer gesättigten Lösung von Salmiak versetzt, wodurch Platinsalmiak ($PtCl_2 + NH_4 Cl$) mit einer Spur Iridium gefällt wird. Behufs der technischen Anwendung ist diese geringe Beimischung des Platins vortheilhaft zu nennen, da es dem Platin die zum Verarbeiten nöthige Härte ertheilt. Der Platinsalmiak wird getrocknet und geglüht, wodurch das metallische Platin als schwammige Masse, als Platinschwamm, zurückbleibt. Der Platinschwamm wird in eisernen Cylindern, die mit stählernen Kolben versehen sind, bei der Rothglühhitze zusammengepreßt und diese Operation so lange wiederholt, bis das Platin das Ansehen von geschmolzenem Platin hat und zum Verarbeiten hinreichend compact ist. Nach Heß soll man die Platinerze behufs der Abscheidung des Platins mit der 2 — 3fachen Menge Zink zusammenschmelzen, die entstehende gleichartige spröde Masse pulvern und sieben, mit verdünnter Schwefelsäure das Zink und den größten Theil des Eisens ausziehen, die zurückbleibende Masse erst mit Salpetersäure und dann mit Königswasser behandeln, welches den Rückstand seiner Zertheilung wegen weit besser löst, und darauf wie gewöhnlich verfahren.

Eigenschaften des Platins.

Das Platin ist ein silberweißes, sehr glänzendes, hämmerstreckbares Metall, das so weich ist, daß es mit der Scheere geschnitten werden kann. Es läßt sich zu fast mikroskopischen Drähten ausziehen; zu diesem Behufe überzieht man einen Platindraht mit Silber und läßt das Stück durch die Drahtstrecke gehen; wenn der Draht möglichst fein ausgezogen ist, behandelt man denselben mit Salpetersäure, die das Silber löst, das Platin aber unangegriffen läßt. Das specifische Gewicht des Platins ist 21,0 — 23,0. In den gewöhnlichen Oefen ist das Platin fast gänzlich unschmelzbar, erweicht aber und läßt sich in diesem Zustande schweißen; in kleiner Menge kann es aber vor dem Knallgasgebläse und durch starke galvanische Batterien geschmolzen werden. Man kennt das Platin als Platinschwamm, als Platinmohr und als gehämmertes Platin.

Platinschwamm und Platinmohr.

Platinschwamm und Platinmohr haben beide die Eigenschaft, Gase und besonders Sauerstoff in außerordentlich bedeutender Menge in ihren Poren aufzunehmen; kommt daher Wasserstoffgas mit diesen Körpern zusammen, so verbindet sich derselbe mit dem Sauerstoff unter Mitwirkung des Platins als prädisponirenden Körpers, zu Wasser.

Diese Verbindung geht aber unter so großer Wärmeentwickelung vor sich, daß das Platin ins Glühen kommt. Der darauf geleitete Wasserstoff wird deshalb entzündet. Auf den eben beschriebenen Vorgang gründet sich das bekannte Döbereiner'sche Wasserstofffeuerzeug. Der Platinmohr ist höchst fein zertheiltes Platin, als schwarzes Pulver erscheinend, das man entweder darstellt, indem man schwefelsaures Platinoxyd mit Alkohol kocht, wodurch der Platinmohr als schwarzes Pulver zu Boden fällt, oder indem man Zink mit Platin zusammenschmilzt und die Legirung mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der Platinmohr besitzt die Eigenschaft, Sauerstoff zu absorbiren in noch höherem Grade als der Platinschwamm, er dient zur Erzeugung von Essig aus Alkohol.

Gehämmertes Platin und Anwendung desselben.

Das gehämmerte Platin kann nur durch Austreiben verarbeitet werden; es dient zur Anfertigung vieler chemischer und technischer Apparate, die durch hohe Temperatur und die meisten Agentien nicht angegriffen werden, nichtsdestoweniger aber mit der größten Vorsicht zu behandeln und namentlich vor der Berührung mit ätzenden Alkalien, schmelzendem Salpeter, freiem Chlor (Königswasser), Schwefel (Schwefellebern), Phosphor, geschmolzenen Metallen und leicht reducirbaren Metalloxyden zu hüten sind. Man fertigt aus dem Platin Bleche, Drähte, Tiegel, Retorten, Zangen, Kessel für Affinirwerkstätten und Schwefelsäurefabriken; man benutzt es ferner zur Construction galvanischer Elemente, zu Glühlampen und zum Ueberziehen des Glases (s. S. 86). In der neueren Zeit hat man das Platin auch in der Porcellanmalerei angewendet. In Rußland und in Columbien hat man früher Platin zu Münzen ausgeprägt.

Elaylplatinchlorür.

Das Elaylplatinchlorür $Pt_2 C_4 H_3 Cl_2$ wird erhalten, indem man Platinchlorid in Weingeist auflöst, die Lösung im Wasserbade verdampft, und das Auflösen und Abdampfen mehrmals wiederholt. Wenn man in die sehr verdünnte Lösung des Abdampfungsrückstandes Gegenstände aus Glas oder Porcellan taucht, und dieselben sodann über der Lampe erhitzt, so erhalten sie einen spiegelnden Ueberzug von metallischem Platin. Eine ähnliche Substanz wendet man zur Erzeugung von Platinlüster (vergl. S. 138) an.

Silber.

Silber. Vorkommen desselben. Das Silber kommt in der Natur ziemlich häufig, und zwar theils gediegen, theils mit Arsenik, Antimon, Tellur, Quecksilber und Gold verbunden, theils als Schwefelmetall mit anderen Sulfureten vereinigt, selten als Oxyd an Säuren gebunden vor. Die am häufigsten vorkommenden Silbererze sind:

Das Silberglaserz oder der Silberglanz, Silbergehalt 84—86 Proc. (AgS), das Dunkel-Rothgültigerz, Silbergehalt 58—59 Proc. ($3\,AgS + SbS_3$), das lichte Rothgültigerz, Silbergehalt 64—64,5 Proc. ($3\,AgS + AsS_3$), der Miargyrit ($AgS + SbS_3$), das Sprödglaserz ($6\,AgS + SbS_3$), Silbergehalt 67—68 Proc., der Polybasit [$(AgS, CuS)_9, SbS_3$], Silbergehalt 64—72,69 Proc., und das Weißgültigerz [$(FeS, ZnS, CuS)_4, SbS_3 + (PbS, AgS)_4, SbS_3$], Silbergehalt 30—32,69 Proc. Außerdem findet sich das Silber sehr häufig im Bleiglanz und in den Kupfererzen. Ueber die Fahlerze s. S. 174.

Gewinnung des Silbers: Das hüttenmännische Verfahren der Darstellung des Silbers kann geschehen:

1) durch Ausschmelzung;
2) durch Ausziehen des Silbers mittelst Quecksilber;
3) durch Ausziehen des Silbers mittelst Blei;
4) durch Ausziehen des Silbers mittelst Kochsalz;
5) durch Verwandeln des Silbers in eine in Wasser lösliche Verbindung;
6) durch Krystallisirenlassen einer Legirung von Silber und Blei.

durch Ausschmelzung. 1) Das Ausschmelzen des Silbers aus den Erzen findet nur selten statt und kann nur mit Erzen vorgenommen werden, die sehr reich an gediegenem Silber sind.

durch Ausziehen des Silbers mittelst Amalgamation. 2) Die Gewinnung des Silbers durch Quecksilber oder der Amalgamationsproceß wird nur bei sehr silberarmen Erzen angewendet, die ungefähr 7—8 Loth Silber im Centner

Europäische Amalgamation. enthalten. Das in Europa gebräuchliche Verfahren ist folgendes, welches in vier Hauptoperationen: 1) in das Rösten; 2) in das Amalgamiren; 3) in die mechanische Scheidung des Silberamalgams vom überschüssigen Quecksilber und 4) in die Verflüchtigung des Quecksilbers aus dem Silberamalgam zerfällt. Man setzt zu den zu amalgamirenden

Erzen 10 Proc. Kochsalz und röstet das Gemenge, um Antimon und Arsenik zu verflüchtigen, welche im oxydirten Zustande in besondern Räumen aufgefangen werden. Durch die gegenseitige Einwirkung des Kochsalzes und gerösteten Schwefelkieses, aus welchem durch das Rösten schwefelsaures Eisenoxyd geworden, entstehen schwefelsaures Natron, Eisenchlorid und entweichende schweflige Säure. Das Eisenchlorid giebt sein Chlor an das Silber ab und bleibt als Eisenoxyd zurück. Ferner haben sich gebildet schwefelsaures Kupferoxyd, schwefelsaures Eisenoxyd, welche den noch unveränderten Theil des Schwefelsilbers zu schwefelsaurem Silberoxyd oxydiren, während sie selbst zu Oxydulsalzen reducirt werden. Durch die Einwirkung des noch unveränderten Kochsalzes bildet sich Chlorsilber und schwefelsaures Natron. Die übrigen vorhandenen Metalle werden eben so wie das Silber in Chlormetalle verwandelt. Die braune Masse wird nach beendigtem Rösten gemahlen und auf die Amalgamirfässer gebracht, in denen sie mit Wasser, Eisenstückchen und Quecksilber gemengt 16 — 18 Stunden lang herumgedreht wird, indem die Fässer in jeder Minute sich 20 — 22 Mal um ihre Axe drehen. Durch das Eisen werden alle vorhandenen Metalle regulinisch ausgeschieden, während sich das frei gewordene Chlor mit dem Eisen zu Eisenchlorür verbindet. Die reducirten Metalle verbinden sich mit dem Quecksilber zu Amalgam.

Zur Verdeutlichung des Wesens des Amalgamationsverfahrens, nehmen wir an, es solle aus einem Silbererz bestehend aus:

$$(CuS, AgS, FeS) + (AsS_3, SbS_3)$$

nach dieser Methode das Silber ausgeschieden werden. Nach dem Rösten (das bei dem vorliegenden Beispiele in Aufnahme von 30 Aequiv. Sauerstoff besteht) mit Kochsalz (3 ClNa) haben sich folgende Körper gebildet:

$$\underbrace{[(CuCl, AgCl, FeCl) + 3\,NaO, SO_3]}_{\text{zurückbleibende Körper}} + \underbrace{[AsO_3 + SbO_3 + 6\,SO_2]}_{\text{sich verflüchtigende Körper}}$$

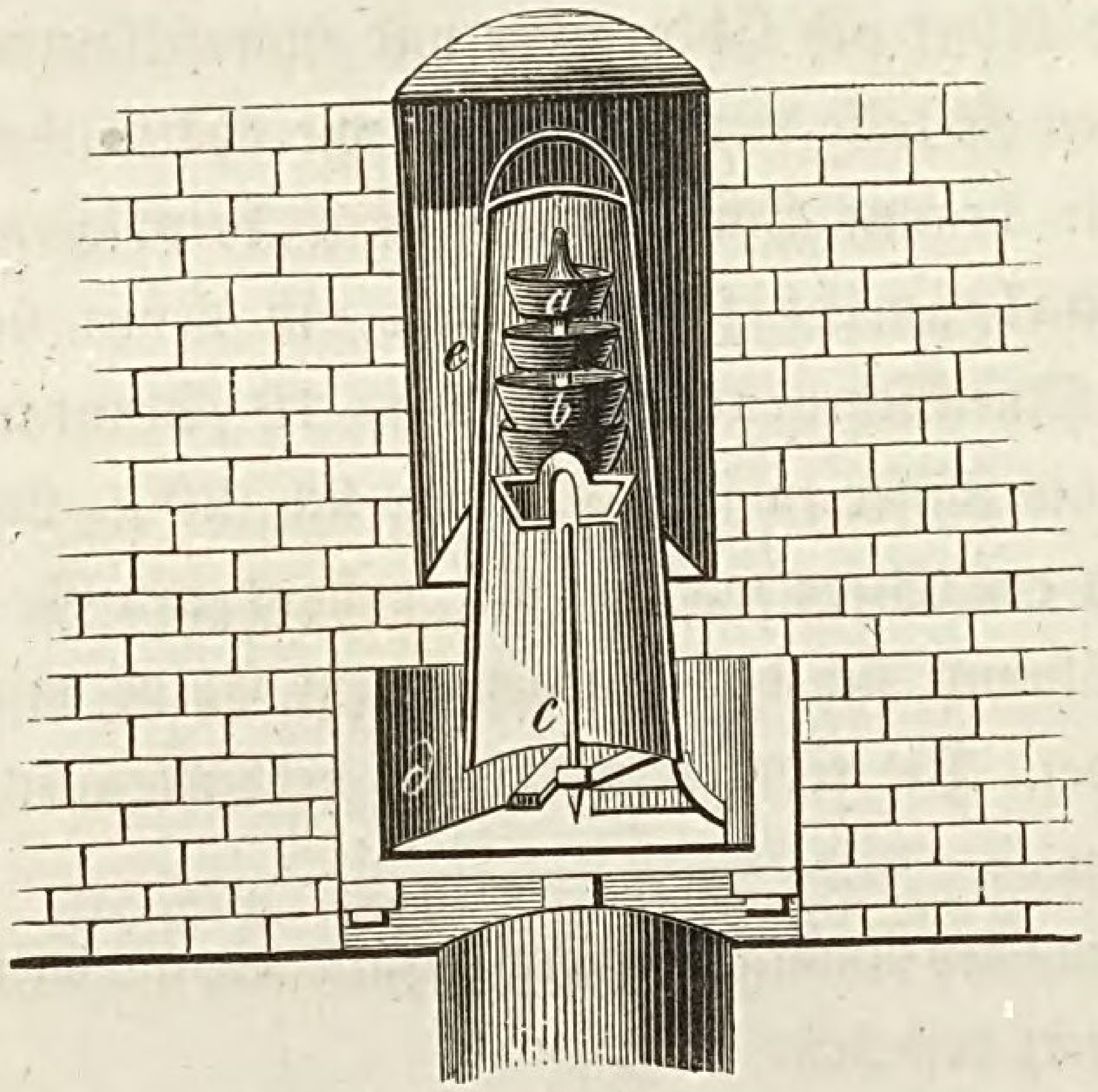
In den Amalgamirfässern verwandeln sich unter Mitwirkung des Eisens, Quecksilbers und Wassers die zurückbleibenden Körper in:

$$[(CuCl, AgCl, FeCl) + 3\,NaO, SO_3] + 3\,Fe + n\,Hg = 3NaO, SO_3 + \underbrace{(Cu, Ag, n\,Hg)}_{\text{Amalgam}} + 4\,FeCl.$$

Nach beendigtem Rotiren sammelt sich das Amalgam am unteren Theile der Fässer an und wird durch den nach unten gerichteten Spund ab-

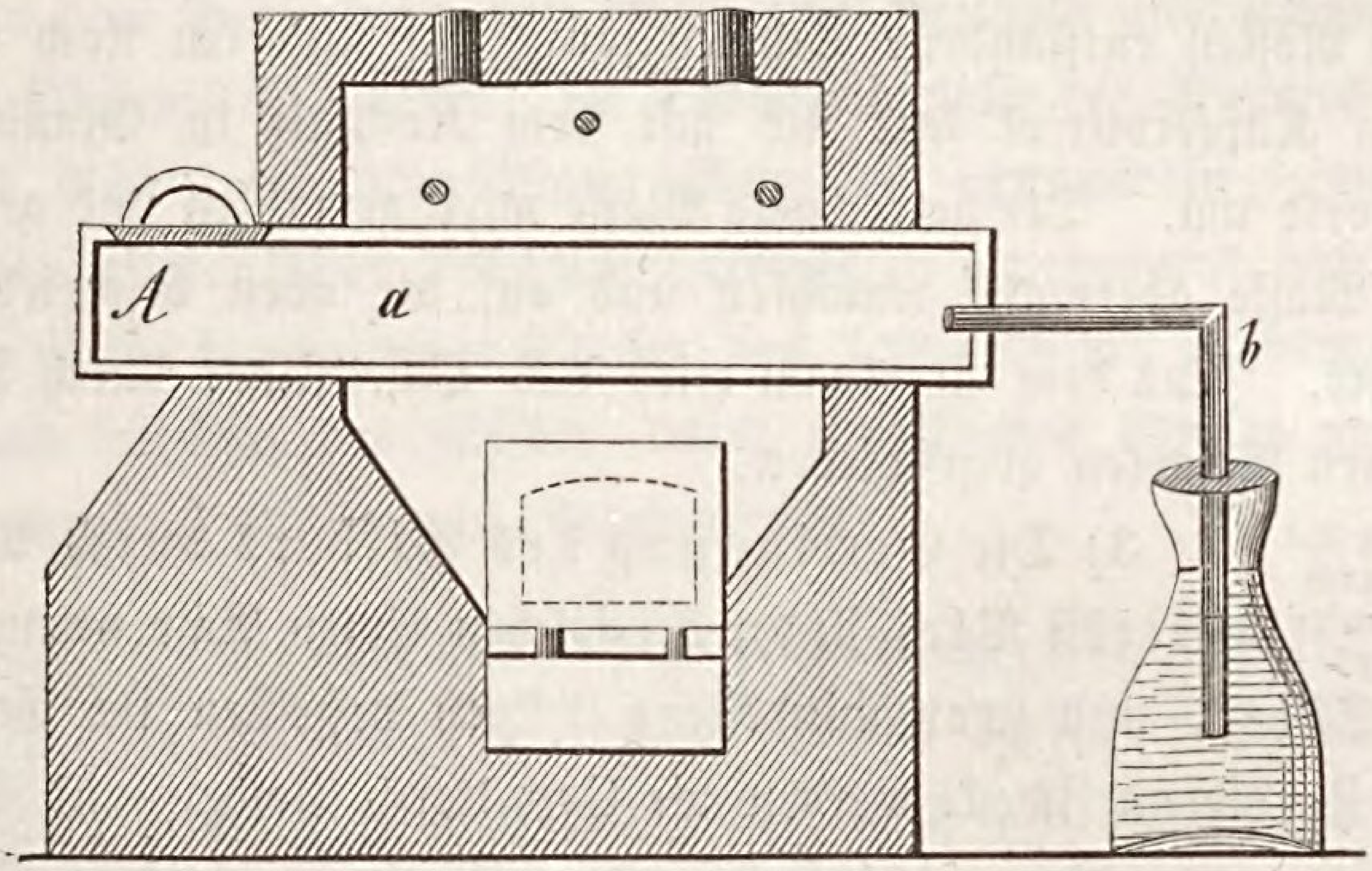
gelassen. Das ablaufende Amalgam fließt durch einen zwillichen Sack in steinerne Tröge, das Silberamalgam concentrirt sich in dem Sacke, während das flüssigere Quecksilber abläuft. Zur Trennung des überschüssigen Quecksilbers vom Silberamalgam wird der Sack darauf zugeschnürt und zwischen Brettern ausgepreßt. Das in dem Sacke zurückbleibende Amalgam wird zum Ausglühen auf eiserne Teller a b (Fig. 63) gebracht, welche in der Mitte einen hohlen Dorn haben, so daß ein Teller auf den anderen gesetzt werden kann. Der unterste Teller b ist auf einer eisernen Stange c befestigt, die in der Mitte eines mit Wasser angefüllten Kastens d steht, das Ganze wird mit einer eisernen Glocke e bedeckt, so daß der innere Raum luftdicht abgesperrt ist. Durch ein außerhalb der Glocke befindliches Kohlenfeuer wird das Quecksilber aus dem Amalgam dampfförmig ausgetrieben, das, keinen Ausweg findend, in dem Wasser des Kastens d sich condensirt. Das Silber bleibt nebst den anderen in dem Amalgam enthaltenen Metallen auf den eisernen Tellern zurück. Es heißt in diesem Zustande Tellersilber. Jetzt benutzt man gewöhnlich zur Trennung des Silbers vom Quecksilber einen Apparat (Fig. 64), welcher aus einer weiten gußeisernen, in einem Ofen befindlichen Röhre a besteht, an deren einem Ende eine rechtwinklig nach abwärts gebogene Röhre b befestigt ist, während sie an dem anderen Ende luftdicht verschließbar ist, und durch die Oeffnung A mit dem Amalgam beschickt wird. Das nach abwärts gebogene Rohr führt unter Wasser, in welchem sich das condensirte Quecksilber absetzt. In der neueren Zeit hat man die Benutzung gespannter Wasserdämpfe zur Destillation des Quecksilbers aus dem Amalgam empfohlen. Um es von dem größten Theile der fremden Metalle zu befreien, wird das Tellersilber in Graphitkugeln mit Kohlenpulver bestreut, noch einmal umgeschmolzen. Selbst nach dem Umschmelzen (Raffinatsilber)

Fig. 63.



enthält es aber noch 3 — 5 Loth Kupfer auf die Mark, von welchem es durch **Abtreiben** (s. S. 189) oder durch Affiniren befreit wird.

Fig. 64.



Amerikanische Amalgamation.

Die **amerikanische Amalgamation** ist in Mexico, Peru, Chile und Neuspanien üblich. Die feingemahlenen mit Wasser angerührten Erze, hauptsächlich Rothgültigerz, Fahlerz, seltener Chlorsilber und gediegen Silber, werden auf einen mit Steinplatten ausgelegten Hof gebracht und hier nach Beschaffenheit der Erze mit 2 — 5 Proc. Kochsalz gemengt. Nach einigen Tagen setzt man das **Magistral**, d. i. gerösteten und feingeriebenen Kupferkies ($^1/_2$—1 Proc.) hinzu, läßt auch dies einkneten und setzt sodann Quecksilber hinzu, ungefähr das Sechsfache von dem in dem Erz befindlichen Silber (die **Incorporation**). Der Kupferkies ($Cu_2S + Fe_2S_3$) wird durch das Rösten in schwefelsaures Kupferoxyd und schwefelsaures Eisenoxyd übergeführt, welche beiden Salze sich mit dem Kochsalze in Kupfer- und Eisenchlorid, und schwefelsaures Natron umsetzen. Die beiden Chlormetalle wirken nun auf das vorhandene metallische Silber und bilden Chlorsilber, während sie selbst zu Chlorüren reducirt werden. Das Kupferchlorür bildet mit dem Schwefelsilber, Chlorsilber und Schwefelkupfer. Das Chlorsilber wird vom Kochsalz gelöst und das Silber aus dieser Lösung durch das Quecksilber reducirt, welches letztere in Quecksilberchlorür übergeht. Das reducirte Silber wird von nicht verändertem Quecksilber aufgenommen. — Nach vollendeter Zersetzung trennt man das Amalgam durch Waschen von dem Erz und behandelt darauf das Amalgam ähnlich wie in Europa.

Amalgamation des Kupfersteins. Enthalten Kupfererze so viel Silber, daß dessen Ausbringung die Kosten deckt, so sucht man das Silber in dem Kupferstein zu concentriren, röstet darauf denselben, mengt die geröstete Masse mit Kochsalz und Kalkstein und rührt sie mit Wasser an. Die Kalkerde nimmt die durch das Rösten entstandene Schwefelsäure auf und ein noch unzersetzter Theil von Kupfervitriol setzt sich mit dem Kochsalz in Glaubersalz und Kupferchlorid um. Die getrocknete Masse wird gemahlen und geröstet, die geröstete Masse abermals gemahlen und auf die oben beschriebene Weise amalgamirt. Aus dem Amalgam wird das Quecksilber durch Destillation aus eisernen Retorten abgeschieden.

Gewinnung des Silbers durch Ausziehen mittelst Blei. 3) Die Gewinnung des Silbers durch Ausziehen mittelst Blei findet bei solchen Erzen Anwendung, die gediegenes Silber, und zwar mindestens 3 Loth desselben im Centner enthalten. Zu diesem Zwecke werden die Erze durch Pochen und Schlämmen möglichst von der Gangart befreit und mit einer gleichen Menge Blei zusammengeschmolzen (Eintränkungsarbeit), wobei das Silber vom Blei aufgenommen wird und jene Legirung bildet, die man Werkblei nennt, und aus welcher das Silber durch das Abtreiben abgeschieden wird. Das Abtreiben auf dem Treibheerde ist schon bei Gelegenheit des Bleies S. 189 beschrieben worden. Das bei dem Amalgamationsverfahren erhaltene Tellersilber wird ebenfalls durch Abtreiben von dem größten Theile der fremden Metalle befreit. Nach dem Abtreiben ist aber das Silber nur bergfein, wobei es gewöhnlich noch etwas Kupfer, Gold, Blei u. dergl. enthält. Von beiden ersteren wird es durch Affiniren befreit.

Gewinnung des Silbers mittelst Kochsalz. 4) Die Gewinnung des Silbers mittelst Kochsalz gründet sich auf die Löslichkeit des Chlorsilbers in einer concentrirten siedenden Kochsalzlösung. Diese Methode wurde von Augustin erfunden und zuerst in Mansfeld in Ausführung gebracht. Nach derselben werden die Erze mit Kochsalz geröstet, das entstandene Chlorsilber mit einer heißen Kochsalzlösung aufgelöst und aus dieser Lösung das Silber mit metallischem Kupfer gefällt. Anstatt der Kochsalzlösung ist von Patera eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron vorgeschlagen worden. Die Möglichkeit dieses Salz wohlfeil im Großen darzustellen, so wie die bedeutend (etwa 30 mal) größere Lösungsfähigkeit für Chlorsilber lassen an der Einführbarkeit dieser Methode in die Praxis kaum zweifeln.

Gewinnung des Silbers durch Verwandeln desselben in eine in Wasser lösliche Verbindung.

5) Die Gewinnung des Silbers durch Verwandelung desselben in eine in Wasser lösliche Verbindung ist zuerst von Ziervogel in Mexico eingeführt worden. Seit einiger Zeit hat man auch im Mansfeldischen angefangen, das Silber aus dem Kupferstein nach Ziervogel's Methode auszuscheiden. Sie besteht im Wesentlichen darin, die Schwefelmetalle des Kupfers und Silbers durch Rösten in schwefelsaure Salze zu verwandeln, durch starkes Erhitzen den größten Theil des Kupfervitriols zu zersetzen und aus der zurückbleibenden Masse durch heißes Wasser das schwefelsaure Silberoxyd auszuziehen, aus welchem das Silber durch metallisches Kupfer gefällt wird. Als Nebenproduct erhält man Kupfervitriol.

Gewinnung des Silbers durch Krystallisirenlassen einer Legirung von Silber und Blei.

In England und in einigen Gegenden Deutschlands (wie in Stolberg bei Aachen) ist ein Verfahren üblich, um aus silberarmen Blei das Silber noch mit Vortheil zu gewinnen, welches darauf beruht, daß man die Legirung lange Zeit bei einer bestimmten, eben zu ihrer Schmelzung hinreichenden Temperatur erhält. Es bildet sich eine an Silber reichere Legirung, welche krystallisirt, und mit einem Schaumlöffel aus dem fast silberfrei gewordenen geschmolzenen Blei ausgeschöpft werden kann. Dieses Verfahren wird nach seinem Erfinder das Pattinson'sche Verfahren genannt. Neuerdings hat Gurlt die Anwendung des Zinkes zum Extrahiren des Silbers aus silberhaltigem Werkblei vorgeschlagen. Diese Methode gewährt große ökonomische Vortheile, indem durch sie die Kosten des Abtreibens und der bedeutende Bleiverlust erspart werden. Man schmilzt 20 Centner Werkblei in einem gußeisernen Gefäße und setzt sodann 1 Ctr. geschmolzenes Zink hinzu. Während des Abkühlens setzt sich die Zinkscheibe, die alles Silber enthält, oben ab. Sie wird von dem noch flüssigen Blei abgehoben und durch Destillation aus thönernen Retorten von dem Zink befreit.

Chemisch reines Silber.

Chemisch reines Silber erhält man, indem man kupferhaltiges Silber in Salpetersäure löst, aus der Lösung das Silber durch Kochsalz oder Salzsäure fällt und das entstandene Chlorsilber reducirt. Zu diesem Zwecke trägt man es in schmelzendes kohlensaures Kali ein, oder glüht es mit Colophonium und Potasche. Auf nassem Wege reducirt man Chlorsilber, indem man dasselbe mit Zink und verdünnter Salzsäure zusammenbringt ($ClAg + Zn + ClH = ClZn + Ag + ClH$).

Eigenschaften des Silbers. Reines Silber zeichnet sich durch seine weiße Farbe, große Politurfähigkeit und große Dehnbarkeit aus. Sein specifisches Gewicht ist 10,5. Es ist härter als Gold, minder hart als Kupfer. Es schmilzt ungefähr bei 1000°. Beim Schmelzen absorbirt es Sauerstoff und giebt denselben beim Erkalten wieder von sich, was ein Umherspritzen des Silbers veranlaßt. Man nennt dies das Spratzen des Silbers. An schwefelwasserstoffhaltiger Luft läuft das Silber an.

Legirungen des Silbers. Das Silber bildet mit Blei, Zink, Wismuth, Zinn, Kupfer und Gold Legirungen, von denen die mit Blei für die Gewinnung des Silbers von Wichtigkeit ist. Die wichtigste der Legirungen ist aber die mit Kupfer, weil das reine Silber als zu weich fast nie, sondern nur mit Kupfer legirt, verarbeitet wird. Diese Legirungen sind härter und klingender als reines Silber. In Deutschland bezeichnet man den Gehalt dieser Legirungen an reinem Silber auf die Weise, daß man die Lothe angiebt, die in der Mark enthalten sind. (Eine Mark = 16 Loth; ein Loth = 18 Grän.) Eine feine Mark = 16 Loth Feinsilber. Eine rauhe oder beschickte Mark enthält Kupfer und Silber in verschiedenen Verhältnissen; 12löthig heißt z. B. Silber, das in der Mark auf 4 Loth Kupfer 12 Loth Silber enthält. In Frankreich bezeichnet man das Feinsilber mit $^{1000}/_{1000}$ und deutet den Feingehalt der Legirungen durch Tausendtheile an. Wären die Silbermünzen in allen Staaten gleichmäßig legirt, so würde der Münzverkehr außerordentlich einfach sein, da man dann den Werth der fremden Münzsorten in einheimische nur nach dem Gewicht zu reduciren brauchte. Da dies aber nicht der Fall ist, so wird durch den Münzfuß eines Landes der Feingehalt (Korn) und das Gewicht (Schrot) bestimmt und angegeben, wie viel einer gewissen Art Münzstücke aus einer feinen Mark geprägt werden sollen. Die drei hauptsächlichsten Münzfüße Deutschlands sind: 1) der 21-Guldenfuß oder 14-Thalerfuß, in welchem gesetzmäßig aus der Mark (= 233,855 Gramm Gewicht) Silber von 12 Loth Feingehalt $10^1/_2$ Thaler, aus der feinen Mark also 14 Thaler (= 21 Gulden à $^2/_3$ Thaler) geprägt werden; 2) der Conventions- oder 20-Guldenfuß (in Oesterreich), wonach die Mark Silber von $13^1/_2$ Loth Feingehalt zu $16^2/_3$ Gulden, die feine Mark also zu 20 Gulden ausgeprägt wird. 3) Der $24^1/_2$-Guldenfuß (in Süddeutschland), nach welchem 7 Stücke zu $3^1/_2$ Gulden (= 2 Thalern), oder $24^1/_2$ Guldenstücke, oder 49 halbe Guldenstücke eine feine Mark enthalten. In Frankreich prägt man

aus 1 Kilogramm Silber von $^{900}/_{1000}$ 200 Franken (= 222$^{2}/_{9}$ Franken aus 1 Kilogramm Feinsilber), in England aus einem Troy-Pound (= 373,248 Gramm) Silber von $^{925}/_{1000}$ 66 Schilling.

Silberprobe. Um den Feingehalt einer Legirung kennen zu lernen, wendet man 1) die Probe auf trocknem Wege, die Kupellation, 2) die Probe auf nassem Wege, die Titrirmethode, 3) die hydrostatische Probe an.

Probe auf trocknem Wege. Der eigentlichen Probe auf trocknem Wege oder der Kupellation geht eine approximative Bestimmung des Feingehaltes der zu untersuchenden Probe voran, die darin besteht, daß man mit der Probe einen Strich auf den Probirstein (Basalt, Kieselschiefer) macht und eben so mit Probirnadeln, die aus Legirungen derselben Metalle verfertigt und ihrer Zusammensetzung nach bekannt sind. Aus der Aehnlichkeit der Farbe der Striche schließt man auf die Aehnlichkeit der Legirung; hierbei ist jedoch der Umstand nicht außer Acht zu lassen, daß die Oberfläche von Silberlegirungen durch Ansieden häufig silberreicher gemacht worden ist. Darauf schmilzt man die Legirung auf einer Kapelle (d. h. einem kleinen Gefäß, das aus $^{3}/_{4}$ ausgelaugter Asche von harten Hölzern und $^{1}/_{4}$ gebrannten Knochen angefertigt ist) mit Blei zusammen, und zwar mit einer um so größeren Menge desselben, je geringer der Silbergehalt ist. Zuerst macht man die Kapelle in einer Muffel glühend, bringt dann das Blei hinein und wenn dieses geschmolzen ist, auch die Silberprobe. Kupfer und Blei oxydiren sich und ziehen sich in die poröse Masse der Kapelle. Wenn die Oberfläche des geschmolzenen Silbers oxydfrei erscheint, so ist die Kupellation beendigt. Nach dem Erkalten wird das Silberkorn gewogen und daraus der Feingehalt der Legirung berechnet. Man stellt stets zwei Proben an, die, wenn sie Gültigkeit haben sollen, bis auf $^{1}/_{1152}$ übereinstimmen müssen.

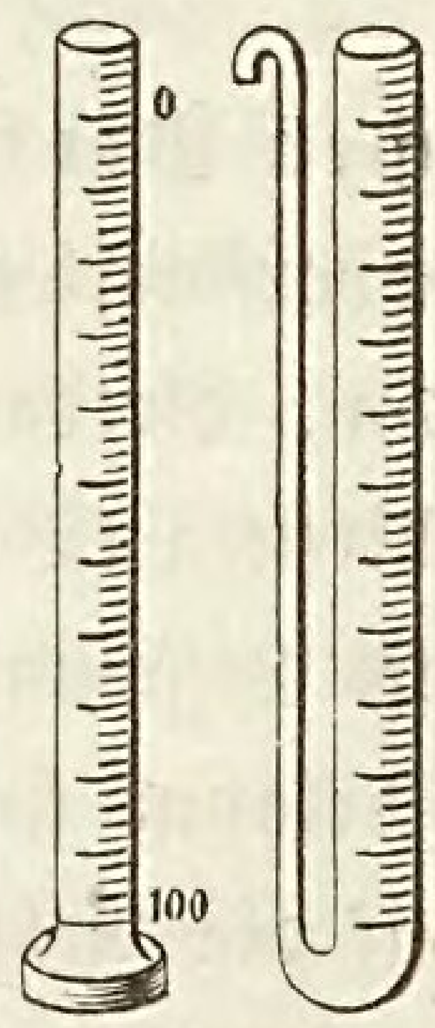
Probe auf nassem Wege. Die Probe auf nassem Wege oder die Titrirmethode wurde wegen der Ungenauigkeit der Kupellation auf Veranlassung der französischen Regierung von Gay-Lussac ausfindig gemacht. Sie ist leichter auszuführen und bis auf $^{1}/_{2000}$ = $^{1}/_{20}$ Proc. genau. Diese Methode beruht auf der Eigenschaft des Kochsalzes, das Silber aus seiner salpetersauren Lösung als Chlorsilber niederzuschlagen. Da man weiß, daß 5,4274 Grammen Kochsalz genau 1 Grammen Silber aus

seiner Lösung fällen, so kann man bei Anwendung der bei der Chlorometrie (s. S. 56) beschriebenen Apparate (Fig. 65) einen Schluß auf den Feingehalt der aufgelösten Legirung ziehen.

Hydrostatische Probe.

Für diejenigen Fälle, in welchen die Silberproben durch Kupellation und durch Titriren nicht zulässig sind, wie z. B. bei dem geprägten Gelde, sucht Karmarsch die hydrostatische Probe zu substituiren, nach welcher durch alleinige Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Kupfer-Silberlegirung der Feingehalt angegeben wird. Da Kupfer und Silber beim Legiren sich ausdehnen, eine Legirung aber um so dichter wird, je mehr sie dem mechanischen Drucke unterworfen war, so liegt darin eine Unsicherheit der Basis der hydrostatischen Silberprobe, welche die Probe nicht für gegossenes und wenig bearbeitetes Silber, sondern nur ausschließlich für geprägtes Silber anwendbar macht. Bei geprägtem Silber weichen die berechneten Resultate von der Probe durch Kupellation selten mehr als 3 Grän, d. i $^{10,4}/_{1000}$ ab. Die empirische Regel der Bestimmung des Silbers nach der hydrostatischen Methode ist folgende: Man subtrahirt von dem gefundenen specifischen Gewichte der Legirung die Zahl 8,814, hängt dem Reste zwei Nullen an und dividirt diese Zahl, die jetzt als Ganze gilt, durch 579. Der Quotient giebt den Feingehalt in Gränen an. Es sei z. B. das spec. Gewicht einer Legirung = 10,076, so ist der Feingehalt derselben = 216 Grän oder 12 Loth, denn:

Fig. 65.



$$10,076 - 8,814 = 1,251$$

und

$$\frac{125100}{579} = 216.$$

Versilbern.

Das Ueberziehen von Metallen mit Silber oder das Versilbern kann geschehen 1) durch Plattiren, 2) durch Feuer (Feuerversilberung), 3) auf kaltem, 4) auf nassem und 5) auf galvanischem Wege. Um Kupferblech mit einer Schicht von feinem Silber zu überziehen (Plattiren), bringt man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Kupfers eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, wodurch eine dünne Silberschicht entsteht. Auf diese Schicht bringt man eine Silberplatte, glüht beide und streckt sie dann unter Walzen. Kupferdraht

durch Plattiren.

läßt sich schon übersilbern, indem man auf denselben Silberblech legt und
durch Feuer, ihn dann heiß durch cannellirte Walzen gehen läßt. — Das Versilbern im Feuer geschieht mit Hülfe eines Silberamalgams oder eines Gemenges von 1 Th. gefälltem Silber, 4 Th. Salmiak, 4 Th. Kochsalz, $^1/_4$ Th. Quecksilberchlorid, das man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt; aus dem Ueberzug von Silberamalgam wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Zum Versilbern der Knöpfe empfiehlt man einen Teig von 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Quecksilberchlorid und 2 Th. Chlorsilber. — Behufs der Versilberung
auf kaltem Wege. auf kaltem Wege wird die gereinigte Oberfläche des zu versilbernden Metalles mit einem mit Wasser angefeuchteten Gemenge von gleichen Theilen Chlorsilber, Kochsalz, $^2/_3$ Kreide und 2 Th. Potasche mittelst eines Korkes angerieben, bis die gewünschte Silberfarbe zum Vorschein gekommen ist. Nach Prof. Stein soll man 1 Th. salpetersaures Silberoxyd mit 3 Th. Cyankalium zusammenreiben und so viel Wasser hinzusetzen, daß ein dicker Brei entsteht, welchen man mit einem wollenen Lappen rasch und gleichförmig aufreibt. Roseleur und Lavaux empfehlen zu gleichem Zwecke ein Bad aus 100 Th. schwefligsaurem Natron und 15 Th. irgend eines Silbersalzes. Thiede, Uhrmacher in Berlin, schlägt vor, die Uhrzifferblätter dadurch mit einer schönen, matten, weißen körnigen Silberschicht zu überziehen, daß man mittelst Kupfer gefälltes Silber, mit einem Gemenge von gleichen Theilen Kochsalz und Weinstein, mit den Fingern auf die Kupfer- oder Bronzeplatten einreibt. Um Eisen zu versilbern, muß dasselbe erst mit einer Schicht Kupfer überzogen werden. Bei der auf nassem Wege bewirkten Versilberung oder dem Silbersud wird das zu versilbernde Metall in eine siedend heiße Lösung von gleichen Theilen Weinstein und Kochsalz mit $^1/_4$ Chlorsilber gebracht, bis die
Versilberung des Glases. Versilberung hinreichend eingetreten ist. Das Verfahren der Versilberung des Glases, dessen man sich in Paris zur Verfertigung von Silberspiegeln bedient, ist folgendes: 40 Gramm salpetersaures Silberoxyd werden in 80 Gr. Wasser gelöst, und zu dieser Lösung werden gesetzt 1) 120 Gr. Weingeist von 36° Tralles; 2) 2 Gr. Ammoniakflüssigkeit; 3) 5 Gr. einer Flüssigkeit, die aus 25 Th. destillirtem Wasser, 10 Th. kohlensaurem Ammoniak und 10 Th. Ammoniakflüssigkeit besteht. Nachdem die Flüssigkeit sich geklärt hat, wird sie filtrirt, und zu jedem Gramm derselben ein Tropfen einer Lösung von Cassiaöl in Weingeist zu gleichen

Theilen gesetzt. Kurz bevor die Flüssigkeit auf das zu versilbernde Spiegelglas gegossen werden soll, wird sie mit $^1/_{78}$ Theil einer Lösung von 1 Th. Nelkenöl in 300 Th. Weingeist versetzt. Die filtrirte Flüssigkeit wird sodann auf die vollkommen reine Glasfläche gegossen und das Ganze bis auf ungefähr 40° erwärmt. Nach 2 — 3 Stunden ist die Silberablagerung so stark, daß sie mit Firniß überzogen werden kann. Die Anwendung gewisser ätherischer Oele zur Abscheidung des Silbers aus seinen Lösungen in Gestalt eines Silberspiegels gründet sich darauf, daß diese Oele ein Aldehyd (siehe unten die ätherischen Oele) mit 2 Aequiv. Sauerstoff enthalten, welches das Bestreben hat, in eine Säure mit 4 Aequiv. Sauerstoff überzugehen. Indem dies geschieht, wird das Silberoxyd seines Sauerstoffs beraubt, und das Silber scheidet sich in cohärenter Gestalt ab. — Eine andere Methode der Versilberung des Glases ist von Vohl angegeben worden; sie wird bei der Schießbaumwolle erwähnt werden. Weickert's Methode der Spiegelversilberung, die günstige Resultate liefern soll, beruht auf der Reduction einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd durch eine ammoniakalische Lösung von arsenigsaurem Kupferoxyd. Von der galvanischen Versilberung, welche die jetzt allgemein gebräuchlichere ist, wird am Ende des Kapitels von den Metallen die Rede sein.

Schwarzfärben des Silbers. Das jetzt gebräuchliche Schwarzfärben von silbernen Gegenständen, das sogenannte Oxydiren oder Galvanisiren des Silbers wird entweder durch Schwefel oder durch Chlor bewirkt; ersterer giebt einen blauschwarzen, letzteres einen braunen Ton. Die Färbung durch Schwefel wird durch Eintauchen des Gegenstandes in Schwefelkaliumlösung, die durch Chlor durch Eintauchen in eine Lösung von Kupfervitriol und Salmiak hervorgebracht.

Salpetersaures Silberoxyd. Das salpetersaure Silberoxyd, Silbersalpeter oder Höllenstein wird aus kupferhaltigem Silber dargestellt, indem man dasselbe in Salpetersäure löst, die Lösung zur Trockne verdampft und den Rückstand bis zum vollständigen Zersetzen des salpetersauren Kupferoxydes erhitzt. Die zurückbleibende Masse wird mit Wasser ausgezogen, filtrirt und zum Krystallisiren abgedampft; die erhaltenen Krystalle werden geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht. Man benutzt den Höllenstein zum Wegbeizen und zum Zeichnen der Wäsche. Zeichnentinte. Eine dazu anwendbare Zeichnentinte (unauslöschliche Tinte) besteht aus zwei

verschiedenen Flüssigkeiten, wovon die eine, mit welcher man die zu beschreibende Stelle befeuchtet, aus kohlensaurem Natron und destillirtem Wasser, die andere, womit man schreibt, aus salpetersaurem Silberoxyd, arabischem Gummi, Saftgrün und destillirtem Wasser besteht.

Lichtbilder.

Daguerreotype. Chlorsilber, das wir als weißen käsigen Niederschlag erhalten, wenn wir eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mittelst Kochsalz fällen, hat eben so wie das Jod- und Bromsilber die Eigenschaft, am Lichte unter Zersetzung geschwärzt zu werden. Scheele beobachtete, daß verschiedenfarbiges Licht von gleicher Intensität sehr ungleich das Chlorsilber schwärze, und daß die violetten Strahlen am kräftigsten, die rothen und gelben am schwächsten einwirken. Wedgwood kam schon auf den Gedanken, diese Schwärzung des Chlorsilbers zu benutzen, um die Bilder der Camera obscura zu fixiren; Davy stellte mit Hülfe des Sonnenmikroskops Bilder kleiner Gegenstände auf Chlorsilberpapier dar, die aber, wegen der dauernden Einwirkung des Lichtes auf das Chlorsilber, bald wieder verschwanden. Nièpce de St. Victor bildete die Kunst, Lichtbilder zu fixiren, weiter aus, bis es endlich Daguerre nach vielen Versuchen gelang, die nach ihm benannten Daguerre'schen Lichtbilder oder Daguerreotype zu erzeugen. Der Proceß der Erzeugung dieser Lichtbilder ist in der Kürze folgender: Eine versilberte Kupferplatte wird Dämpfen von Jod ausgesetzt, dadurch bildet sich auf der Oberfläche der Platte eine dünne Schicht von Jodsilber. Bringt man die Platte in die Camera obscura, so entsteht auf derselben nach kurzer Zeit ein noch unsichtbares Bild, indem durch das Licht das Jodsilber auf den beleuchteten Stellen reducirt wird. Das Bild tritt zum Vorschein, wenn man die Platte Quecksilberdämpfen aussetzt. Das Quecksilber reducirt das Silber in Pulverform aus denjenigen Stellen des Jodsilbers, welche stark vom Licht getroffen wurden, und es bildet dieses Silberpulver einen weißen Staub, der solche Stellen des Bildes hell erscheinen läßt. Die von dem Lichte nicht getroffenen Stellen des Jodsilbers werden von den Quecksilberdämpfen nicht reducirt. Wenn das Bild hinlänglich ausgeprägt ist, wird das unzersetzte Jodsilber durch eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron entfernt. Einige

Theorie derselben.

Physiker sind der Ansicht, daß das Bild durch ein Silberamalgam hervorgebracht werde.

Verfahren bei der Daguerreotypie. Das Verfahren bei der Daguerreotypie besteht in sechs Operationen, nämlich:

1) in dem Poliren der Platte,

2) der Jodirung (der Darstellung der empfindlichen Schicht),

3) dem Einbringen der Platte in die Camera obscura,

4) der Fixirung der Bilder,

5) der Entfernung des Jodüberzuges und

6) in der Vergoldung und Trocknung des Bildes auf der Platte.

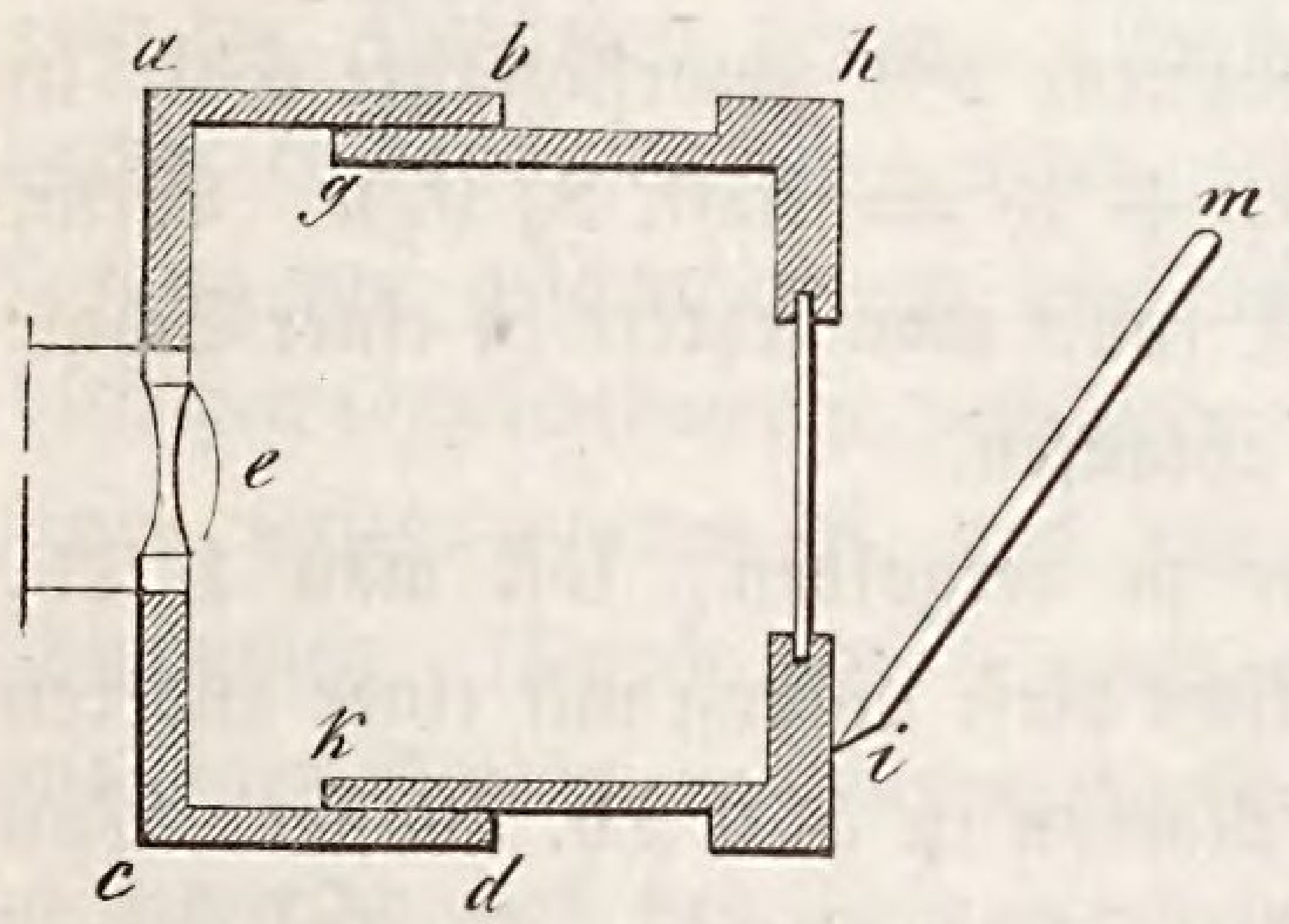
Poliren der Platte. Das Material der Platte ist mit Silber plattirtes Kupfer. Das Polirmittel ist höchst fein gepulverter Bimsstein, Tripel oder noch besser englisches Roth (fein geriebenes Eisenoxyd), das vermittelst eines Beutels auf die Platte gestreut und vermittelst Baumwolle, die mit etwas Olivenöl angefeuchtet worden ist, umhergerieben wird. Nachdem die Platte mit trockener Baumwolle gereinigt worden ist, wird sie zur Entfernung des Oelüberzuges mit einigen Tropfen sehr verdünnter Salpetersäure und darauf abermals mit trockener Baumwolle angerieben. Dann erwärmt man die Platte auf der Rückseite über einem Kohlenfeuer, läßt sie erkalten und reibt sie von Neuem mit Baumwolle ab.

Jodirung. Die Jodirung der Platte geht in einem viereckigen Kasten vor sich in welchem sich ein nach unten sich verjüngender Einsatz befindet, auf dessen Boden Jod in einer Schale steht. Die Schale ist mit einem Gazedeckel bedeckt, damit sich die Joddämpfe gleichmäßig ausbreiten. An dem oberen Ende des Einsatzes wird die auf einem Brettchen befestigte Platte so eingelegt, daß die plattirte Fläche nach unten gekehrt ist. Man läßt die Joddämpfe so lange einwirken, bis die Platte einen goldgelben Anflug angenommen hat. Hat man die Zeit der Einwirkung überschritten, was man daran erkennt, daß die Färbung der Platte violett geworden ist, so ist die Oberfläche gegen das Licht unempfindlich; die Platte muß in diesem Falle von Neuem polirt werden. Anstatt des Jodes wendet man auch Chlorjod und Bromjod in Wasser aufgelöst, oder vorläufige Jodirung und nachheriges Aussetzen der jodirten Platten den Dämpfen von bromhaltigem Wasser an. Häufig benutzt man jetzt auch Jod und darauf Bromkalk (unterbromigsaurer Kalk, CaO, BrO).

Einbringen der Platte in die Camera obscura.

Die Camera obscura hat folgende Einrichtung: Der das achromatisch (vergl. Seite 82) zusammengesetzte Objectiv e (Fig. 66) enthaltende Einsatz ist vorn mit einer Blendung versehen, die beliebig geöffnet und verschlossen werden kann. Damit man die Platte in die gehörige Entfernung von der Linse bringen kann, besteht der Kasten der Camera obscura aus zwei in einander verschiebbaren Theilen a b c d und g h i k; der hintere Theil ist so eingerichtet, daß der Rahmen, der zur Aufnahme des Brettes mit der Kupferplatte dient, in die Oeffnung h i paßt. Vor dem Versuche wird in h i ein Rahmen mit einer mattgeschliffenen Glastafel eingesetzt; darauf wird g h i k so lange verschoben, bis das Bild auf der Glastafel die größte Schärfe zeigt. In dem Rahmen befindet sich ein Spiegel i m, um das Bild bequemer betrachten zu können. Nach beendigtem Vorversuche wird die Thüre des Rahmens, in dem sich die Metallplatte befindet, geöffnet. Die Dauer der Einwirkung ist von der Intensität der Beleuchtung abhängig; sie kann nur durch die Erfahrung bestimmt werden.

Fig. 66.



Firirung des Bildes.

Die Firirung des Bildes geschieht durch Quecksilberdämpfe, welchen man die jodirte und impressionirte Platte aussetzt. Es geschieht diese Operation in einem viereckigen Kasten, auf dessen Boden sich ein eisernes Gefäß mit Quecksilber befindet. Letzteres wird durch eine untergestellte Spirituslampe auf 70 — 80° erhitzt. Durch ein Fensterchen, das in dem Kasten angebracht ist, überzeugt man sich von dem Gelingen des Versuches. Unmittelbar nach dem Firiren erscheint die jodirte Platte nicht verändert und es ist noch kein Bild darauf wahrzunehmen.

Entfernung des Jodüberzuges.

Nachdem die Platte aus dem Rahmen entfernt worden ist, wird sie zur Entfernung des noch anderen für das Licht empfindlichen Jodüberzuges mit reinem Wasser und darauf mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron gewaschen. Zu diesem Behufe bringt man die Platte in eine mit dieser Lösung angefüllte Schüssel, welche man, um die Lösung zu erleichtern, ein wenig schwenkt. Eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron ist im Handel unter dem Namen Antichlor zu haben;

außerdem stellt man sie leicht dar, indem man 10 Th. trockenes kohlensaures Natron mit 3 Th. Schwefelblumen mengt, das Gemenge bis zum Schmelzpunkte des Schwefels erhitzt und fortwährend umrührt; das anfänglich entstandene Schwefelnatrium geht dadurch in schwefligsaures Natron über. Die Masse wird mit siedendem Wasser ausgezogen, die Lösung filtrirt und mit überschüssigem Schwefel gekocht, wodurch das schwefligsaure Salz in unterschwefligsaures übergeht ($NaO, SO_2 + S = NaO, S_2 O_2$). Wenn die gelbe Farbe der Platte verschwunden ist, spült man letztere in einer Schale mit reinem Wasser ab und läßt dasselbe ablaufen.

Vergolden der Platte. Um endlich die Platte zu vergolden, löst man 1 Th. Goldchlorid in 500 Th. Wasser und mischt diese Lösung mit einer anderen Lösung von 3 Th. unterschwefligsaurem Natron in 500 Th. Wasser. Von dieser Lösung tropft man vorsichtig so viel auf die Platte, als sich darauf ohne abzufließen erhalten kann, und erhitzt sodann die Platte, ohne daß jedoch die Flüssigkeit darauf ins Sieden geräth. Man spült mit destillirtem Wasser ab und trocknet die Platte. — Die tiefsten Schatten des Bildes entsprechen den Stellen, wo keine Einwirkung des Lichtes stattfand, wo demnach nach der Operation wieder reines cohärentes Silber vorhanden ist; die hellsten Punkte werden durch Silberpulver oder durch Quecksilberamalgam hervorgebracht.

Photographie. **Photographie.** Bei der Darstellung der Lichtbilder auf Papier heben wir von den verschiedenen bekannt gewordenen Verfahrungsweisen eine heraus, die sowohl bezüglich der durch sie erzielbaren Resultate, als auch bezüglich der Einfachheit und Leichtigkeit der Ausführung empfohlen zu werden verdient.

Das Verfahren bei der Darstellung der Photographien zerfällt in folgende Operationen:

1) in die chemische Präparirung des Papiers,
2) in das Einbringen des Papiers in die Camera obscura,
3) in das Hervorrufen des negativen Bildes,
4) in das Fixiren dieses Bildes,
5) in das Hervorrufen des positiven Bildes,
6) in die Fixirung des positiven Bildes.

Chemische Präparirung d. Papiers. Man wählt ein Papier von möglichst gleichförmigem Korne, das kein Stärkmehl als Leim enthalten darf (zu photographischem Gebrauch bestimmtes Papier bildet bereits einen eigenen Handelsartikel)

und legt es, nachdem man ihm die der Camera obscura entsprechende Größe und Form gegeben hat, mit der glatten Seite (der Filzseite) auf die Oberfläche einer Flüssigkeit, welche aus einer Auflösung von reinem Jodkalium in seinem 15fachen Gewicht destillirten Wassers besteht, und läßt es darauf 1—$1^1/_2$ Minute lang schwimmen. Darauf nimmt man das Papier von der Flüssigkeit hinweg, trocknet es zwischen feinem Fließpapier und bringt es dann mit der inneren noch feuchten Seite auf die Oberfläche einer Lösung von geschmolzenem salpetersauren Silberoxyd (Höllenstein) in der 10fachen Gewichtsmenge destillirten Wassers, welche mit $^1/_2$—1 Th. Essigsäure versetzt worden ist, und läßt es darauf wieder 1—$1^1/_2$ Minute lang schwimmen. Durch diese Operation überzieht sich das Papier gleichmäßig mit einer Schicht von kanariengelbem Jodsilber. Es ist kaum nothwendig zu bemerken, daß das Präpariren des Papieres bei Kerzenlicht vorgenommen wird.

Das Einbringen des Papieres in die Camera obscura.

Das so präparirte Papier zeigt sich im nassen Zustande zur Aufnahme des Bildes in der Camera obscura am geeignetsten. Man bringt es mit der nassen Seite auf eine vollkommen reine Glastafel und schiebt letztere mit dem adhärirenden Papierblatt in die Camera obscura, ebenso wie es bei der Daguerreotypie angegeben worden ist. Die Expositionsdauer richtet sich nach der Stärke des zerstreuten Tageslichtes und beträgt 10 Secunden bis 1 Minute. Sobald die genügende Lichteinwirkung stattgefunden hat, wird das Objectiv rasch bedeckt, der Schieber des Rahmens geschlossen und das darin befindliche Bild in ein dunkeles Zimmer getragen.

Das Hervorrufen des negativen Bildes.

Auf dem präparirten Papiere befindet sich bereits das unsichtbare negative Bild. Man hebt das Papier von der Glastafel ab, legt es auf eine andere horizontale Glastafel, auf welcher eine gesättigte Lösung von reiner Gallussäure ausgebreitet ist, und läßt es so lange liegen, bis das Bild in allen seinen Theilen kräftig hervorgetreten erscheint. Die hellen Partien des Gegenstandes (wie z. B. die Wäsche bei Portraits) erscheinen schwarz, und die Schattenpartien hell. Die Anwendung der Gallussäure beruht auf ihrer Eigenschaft, durch das Licht verändertes Jodsilber zu reduciren, auf das nicht veränderte aber nicht einzuwirken.

Das Fixiren des negativen Bildes.

Das aus der Gallussäure genommene und mit Wasser abgespülte Bild wird mit einer Auflösung von unterschwefligsaurem Natron

in 10 Theilen destillirten Wassers übergossen und in diesem Bade so lange gelassen, bis das Bild in Folge der Auflösung des unzersetzten Jodsilbers, in seinen hellen Partien nicht mehr gelb, sondern weiß erscheint. Hierauf nimmt man das Papier aus dem Bade heraus, trocknet es oberflächlich zwischen zwei Blättern Fließpapier, wäscht es mit Wasser aus und läßt es dann auf Fließpapier an der Luft vollständig trocknen.

Die Erzeugung des positiven Bildes. Um nun mit Hülfe des auf die beschriebene Weise dargestellten negativen Bildes ein positives, d. h. ein solches zu erhalten, das die Lichter und Schatten an der nämlichen Stelle hat, wie der abgebildete Gegenstand, muß das negative Bild durchsichtig gemacht werden. Dies wird ausgeführt, indem man das völlig getrocknete Bild mit dünn geschabtem weißen Wachs oder Wallrath überstreut, zwischen Briefpapier legt, und sodann das Papier mit einem nicht zu heißen Plätteisen übergeht. Indem das Wachs oder der Wallrath schmilzt, wird das Papier durchscheinend. Als Papier zu den positiven Copien wählt man ein starkes, gleichförmiges gut geglättetes Velinpapier ohne Wasserzeichen aus. Die chemische Präparirung dieses Papieres geschieht, indem man das Papierblatt zuerst auf eine Auflösung von Kochsalz in 12 Th. Wasser bringt, darauf $1^1/_2$ Minute schwimmen läßt, zwischen Fließpapier oberflächlich abtrocknet, es dann ungefähr 2 Minuten lang auf einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in 8 Th. Wasser schwimmen läßt, nachher in gleicher Weise wie vorher zwischen Fließpapier trocknet, ferner beide Operationen (das Schwimmenlassen auf beiden Flüssigkeiten nebst dem jedes Mal folgenden Abtrocknen) in der nämlichen Ordnung wiederholt, und endlich mit sorgfältiger Trocknung durch häufiges Ueberstreichen und Andrücken aufgelegten frischen Fließpapiers schließt. Das durchscheinend negative Bild wird nun mit seiner Rückseite auf eine geschliffene Glasplatte gelegt, auf die Bildseite aber legt man die mit Chlorsilber überzogene des positiven Papiers, bedeckt dessen Rückseite wieder mit einer Glasplatte, und läßt auf den Apparat eine gehörige Zeit lang das Tageslicht ($^1/_2$—1 Stunde lang) oder directes Sonnenlicht (5—15 Minuten lang) einfallen. Je intensiver das negative Bild, desto länger muß die Exposition dauern.

Fixirung des positiven Bildes. Nach hinreichender Einwirkung des Lichtes legt man die erzeugte positive Copie in eine Auflösung von unterschwefligsaurem Natron in 12 Th. Wasser, läßt es darin $^1/_2$—1 Stunde, bis es nicht mehr an Intensität zunimmt, worauf es herausgenommen, zwischen Fließpapier ge-

trocknet, mit destillirtem Wasser sorgfältig ausgewaschen und endlich vollkommen getrocknet wird. Durch Nachhülfe mit dem Tuschpinsel (das Retouchiren) läßt sich auf solchen Photographien ein außerordentlicher Effect hervorbringen.

Das negative Bild auf Glas.

Da das Papier durch die Structur seiner Masse den gleichmäßigen Durchgang des Lichtes verhindert, so hat man in neuerer Zeit das negative Papier durch andere Stoffe zu ersetzen versucht. Man wählt zu diesem Zweck eine geschliffene Glastafel (Solintafel) und überzieht dieselbe mit einer festen, durchsichtigen, möglichst gleichförmigen Schicht von Eiweiß, Dextrin, thierischem Leim, Collodium*), und behandelt dann der Hauptsache nach diese Schicht mit den nämlichen Substanzen, wie bei dem vorhergehenden Verfahren das Papier, und verfährt dann auch weiter in gleicher Weise. Das negative Bild auf der Glastafel, dient als Matrize zur Erzeugung der positiven Bilder auf Papier. Die nach diesem Verfahren erhaltenen Bilder nennt man Niepçotypien.

Erzeugung von Photographien vermittelst Eisenvitriol ꝛc.

Photographien, die unter Anwendung von bernsteinsaurem, benzoësaurem oder arsensaurem Silberoxyd und Eisenvitriol als Mittel zum Hervorrufen dargestellt worden sind, nennt man Energiatypien oder Ferrotypien. Chromotypien sind Bilder, bei welchen das Papier mit einer Lösung von Kupfervitriol und zweifach chromsaurem Kali präparirt worden ist. Lösungen von citronsaurem Eisenoxyd-Ammoniak, Blutlaugensalz u. s. w. sind endlich zur Hervorbringung von Bildern angewendet worden, die man mit dem Namen Chrysotypien, Cyanotypien und Katalysotypien bezeichnet hat.

Gold.

Gold. Vorkommen und Gewinnung desselben.

Das Gold findet sich fast nur gediegen und zwar lose in Körnern, Blättchen und abgerundeten Stücken im Sande der Flüsse und des aufgeschwemmten Landes. Im gediegenen Zustande enthält es stets mehr oder weniger Silber; daß die Legirung des Goldes mit dem

*) Jetzt wendet man allgemein jodürtes Collodium an, das man darstellt, indem man zu einer Lösung von 1 Th. Schießbaumwolle in 120 Th. Aether und 60 Th. Alkohol, 1 Th. salpetersaures Silberoxyd setzt, welches in 20 Th. Alkohol gelöst und mittelst Jodkalium oder besser Jodammonium in Jodür verwandelt worden ist.

Silber aus bestimmten Verhältnissen beider bestehe, wie vielfach behauptet worden ist, erscheint wegen des Isomorphismus dieser Metalle nicht wahrscheinlich. Die natürlich vorkommenden Goldverbindungen sind folgende:

Elektrum (Goldsilber) = Au, Ag.
Palladgold (Faules Gold) = Au, Pd, Ag.
Rhodiumgold von Mexico = Au, Rh.
Schrifterz (Tellursilbergold) = Ag, Te + Au_2 Te_3.
Sylvanerz (Tellursilberblei) = (Ag, Pb, Te, Sb) + Au_2 ($Te\,Sb_3$).
Blättererz (Tellurblei) = Pb, Au, Te, Sb, S.

Außerdem trifft man das Gold häufig im gediegenen Tellur und Tellursilber, auf Gängen mit Quarz, Kalkspath, Schwerspath, Eisenerzen und verschiedenen Schwefelmetallen in Granit, Glimmerschiefer, Gneuß und anderen Gesteinen des Ur- und Uebergangsgebirges an. Afrika, Ungarn, der Ural, Südamerika, Australien und Californien liefern die größte Menge des Goldes.

Gewinnung des Goldes aus dem Goldsande durch Waschen,

Die Gewinnung des Goldes richtet sich nach der Art des Vorkommens. Wenn sich das Gold im Sande findet, so wird es aus demselben ausgewaschen. Das goldhaltige Erdreich nennt man Seifengebirge und das durch Auswaschen erhaltene Gold Waschgold. Man nimmt das Waschen häufig in hölzernen Näpfen vor, die mit dem goldhaltigen Sand angefüllt sind; man schüttelt diesen Sand so lange mit Wasser, bis die größte Menge fortgewaschen ist. In anderen Districten geschieht das Waschen auf schiefgestellten Tafeln, Wasch- oder Schlämmheerden. Das so erhaltene Gold ist nicht rein, sondern mit schweren Körnern und anderen Metallen vermischt. Die Ausziehung des Goldes

durch Quecksilber,

aus dem Goldsande durch Quecksilber wird in sogenannten Quick- oder Goldmühlen vorgenommen, in welchen der durch Wasser aufgeschwämmte Sand in vielfache Berührung mit dem Quecksilber kommt. Das erhaltene Goldquecksilber wird durch Pressen in Zwillichbeuteln vom überschüssigen Quecksilber befreit und das zurückbleibende Amalgam geglüht.

durch Verschmelzen,

Am vollständigsten wird das Gold aus dem Goldsande durch Ausschmelzen gewonnen, wobei man 25 — 30 Mal mehr Gold als durch Verwaschen gewinnt.

aus eingesprengtem Golde.

Befindet sich Gold eingesprengt in Kupfer- und Bleierzen, so behandelt man diese Erze auf gewöhnliche Weise, d. h. man röstet sie

und wäscht sie aus. Bei goldreichen Erzen wendet man die Amalgamation an. In anderen Fällen wendet man die Eintränkungsarbeit an, welche darin besteht, daß man die goldhaltigen Schwefelmetalle röstet und schmilzt. Den erhaltenen Rohstein, in welchem sich das Gold angesammelt befindet, röstet man abermals, schmilzt ihn nach dem Rösten mit Bleiglätte zusammen, welche das in dem Rohstein enthaltene Gold in sich aufnimmt und von letzterem durch Abtreiben (s. S. 189) geschieden wird.

Extraction des Goldes aus armen güldischen Erzen. Bei der Ausziehung armer güldischer Erze, z. B. der Arsenikabbrände von Reichenstein, hat man die Behandlung derselben mit Chlorwasser oder einer angesäuerten Chlorkalklösung in Anwendung gebracht. Das Gold löst sich in dem Chlorwasser zu Goldchlorid ($Au\,Cl_3$) auf, und wird aus der Lösung durch Eisenvitriol niedergeschlagen. Diese Methode, von Plattner ermittelt und von Th. Richter und Duflos geprüft, dürfte manche bisher gebräuchliche Extractionsmethoden des Goldes zu verdrängen im Stande sein.

Goldscheidung Das nach vorstehenden Methoden erhaltene Gold enthält kleine Beimischungen von anderen Metallen und stets Silber. Um das Gold von diesen Beimischungen zu scheiden, wendet man folgende Methoden an:

1) Die Goldscheidung durch Schwefelantimon ($Sb\,S_3$);
2) die Goldscheidung durch Schwefel;
3) die Goldscheidung durch Cementation;
4) die Scheidung in die Quart (Quartation);
5) die Goldscheidung durch Schwefelsäure (Affinirung).

Da die letztere Methode der Goldscheidung alle übrigen verdrängt hat, so wird es hinreichend sein, die vier ersten nur kurz zu erwähnen.

durch Schwefelantimon. 1) Die Goldscheidung durch Schwefelantimon oder das Gießen des Goldes durch Spießglanz geht vor sich, indem man die Goldlegirung (Gold, Silber, Kupfer u. a.) in einem Graphittiegel bis zum Schmelzen erhitzt und dann gepulvertes Schwefelantimon einträgt. Die geschmolzene Masse wird in ein mit Oel ausgestrichenes gußeisernes Gefäß gegossen. Nach dem Erkalten findet man die Masse in zwei Schichten gesondert, von denen die obere, das Plachmal, aus Schwefelsilber, Schwefelkupfer und Schwefelantimon besteht. Durch Wiederholung dieses Processes wird das Plachmal von noch beigemengtem Golde, der untere Regulus von Antimon und anderen beigemengten Metallen befreit. Das

Gold wird vom Antimon durch Abtreiben getrennt, und das zurückbleibende Gold mit Borax, Salpeter und Glaspulver zusammengeschmolzen.

Goldscheidung durch Schwefel. 2) Bei der Goldscheidung durch Schwefel wird die goldhaltige Legirung mit $^1/_7$ Schwefelpulver gemischt in einen glühenden Kohlentiegel eingetragen und mit Kohlenpulver bedeckt. Der Tiegel wird 2—$2^1/_2$ Stunden in einer schwachen Glühhitze erhalten und dann bis zum Schmelzen erhitzt. Hierbei verbindet sich der Schwefel mit dem Silber und Kupfer, während das Gold aus mangelnder Verwandtschaft zum Schwefel regulinisch abgeschieden wird. Das ausgeschiedene Gold ist aber stets sehr silberhaltig, weshalb die Goldscheidung durch Schwefel vielmehr eine Concentrationsarbeit, eine Vorbereitungsarbeit für die Scheidung auf nassem Wege ist.

durch Cementation. 3) Bei der Goldscheidung durch Cementation wird die goldhaltige Legirung in feinen Granalien oder in Gestalt dünner Bleche mit Cementpulver (aus 4 Th. Ziegelmehl, 1 Th. Kochsalz und 1 Th. geglühtem Eisenvitriol bestehend) in einem Tiegel geschichtet und derselbe einer allmälig gesteigerten, mehrstündigen Hitze ausgesetzt. Durch Einwirkung des Eisenvitriols auf Kochsalz entwickelt sich Chlor, welches das Silber in Chlorsilber umwandelt. Das Chlorsilber wird von dem Ziegelmehl aufgesogen. Nach dem Erkalten kocht man die Masse mit Wasser aus, um die Goldgranalien und Bleche zu gewinnen.

Scheidung in die Quart. 3) Die Scheidung auf nassem Wege oder die Scheidung in die Quart oder die Quartation hat davon ihren Namen, daß man früher annahm, daß, wenn man die Scheidung des Goldes vom Silber auf nassem Wege vornehmen wolle, der Silbergehalt das Dreifache des Goldgehaltes betragen müsse. Pettenkofer's Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die doppelte Menge von Silber hinreichend sei, um durch Salpetersäure aus einer Legirung von Gold und Silber alles Silber aufzulösen. Man schmilzt bei dieser Scheidung die Legirung mit der erforderlichen Menge Silber zusammen, granulirt das Metallgemisch und übergießt es in einem Platinkessel mit vollkommen chlorfreier Salpetersäure von 1,320 spec. Gewichte. Silber wird gelöst, während Gold zurückbleibt. Das Gold wird in einem Tiegel mit Borax und Salpeter umgeschmolzen.

Goldscheidung durch Schwefelsäure. 5) Die Goldscheidung durch Schwefelsäure oder die Affinirung ist schon in der Kürze bei dem Kupfervitriol (siehe Seite 182) angegeben worden. Um sie auszuführen, darf die Legi=

rung nicht über 20 Proc. Gold und 10 Proc. Kupfer enthalten. Am vortheilhaftesten soll nach den Erfahrungen der pariser Affineure die Scheidung bei einer Legirung von 72,5 Th. Silber, 20 Th. Gold und 7,5 Th. Kupfer vor sich gehen. Meist wird die Legirung in Form von Granalien angewendet. Zur Auflösung dienten früher Platingefäße, jetzt wendet man allgemein gußeiserne Kessel oder Gefäße von Sanitätsgut an. Die zur Scheidung angewendete Schwefelsäure muß ein spec. Gewicht von 1,848 haben. Man übergießt in dem Gefäße einen Theil der Legirung mit der doppelten Menge an Schwefelsäure und erhitzt, bis nach 12 Stunden die Lösung des Silbers und des Kupfers vollständig vor sich gegangen ist. Die während dieser Operation sich entwickelnden Dämpfe von Schwefelsäure und schwefliger Säure werden entweder in einer Esse abgeleitet oder besser noch, wie von Poizat bei Paris zur Fabrikation von Schwefelsäure verwendet. Wenn alles Silber in schwefelsaures Salz umgewandelt worden ist, wird die Lösung in bleierne Gefäße gegossen, mit Wasser verdünnt, und mittelst metallischen Kupfers gefällt. Die entstehende Lösung von Kupfervitriol wird, nachdem die freie Schwefelsäure durch Kupferoxyd neutralisirt worden ist, auf Kupfervitriol verarbeitet. Das ungelöst zurückbleibende Gold wird ausgewaschen, getrocknet und mit etwas Salpeter umgeschmolzen. Die Anwendung dieser Scheidungsart hat es möglich gemacht, kupferhaltiges Silber mit einem Goldgehalte von $1/_{12}$—$1/_{10}$ Proc., den man in allen älteren Silbermünzen findet, zu affiniren. Nach Pettenkofer's Untersuchungen enthält das auf diese Weise erhaltene Gold noch etwas Silber und Platin (97,0 Th. Gold, 2,8 Th. Silber und 0,2 Th. Platin), von welchen Metallen es durch Umschmelzen mit Salpeter befreit wird.

Chemisch reines Gold. Um chemisch reines Gold zu erhalten, löst man Gold in Königswasser auf, dampft die Lösung zur Trockne, löst das zurückbleibende Goldchlorid in Wasser und fällt das Gold daraus durch Eisenvitriollösung:

$$AuCl_3 + 6\ FeO,\ SO_3 = 2\ FeO,\ 3\ SO_3 + Fe_2Cl_3 + Au.$$

Nach Jackson erhält man das Gold in Gestalt eines gelben Schwammes, wenn man zu concentrirter Goldchloridlösung kohlensaures Kali und eine ziemliche Menge krystallisirter Oxalsäure setzt und die Lösung rasch bis zum Sieden erhitzt:

$$AuCl_3 + 3\ HO + 3\ C_2O_3 = Au + 3\ ClH + 6\ CO_2.$$

Das so erhaltene Gold wird in einem Graphittiegel unter einer Boraxdecke umgeschmolzen.

Eigenschaften des Goldes. Das **reine Gold** ist von schön gelber Farbe und großer Politurfähigkeit; das spec. Gewicht des geschmiedeten ist 19,5, das des gegossenen 19,2. Es ist unter allen Metallen das dehnbarste und geschmeidigste; das dünnste Blattgold hat nur eine Dicke von $^1/_{25000}$ Linie. In dünneren Blättchen ist es mit grüner Farbe durchscheinend. Es schmilzt bei 1200°, dehnt sich beim Schmelzen stark aus und zieht sich beim Erkalten wieder stark zusammen; es eignet sich deshalb nicht zu Gußwaaren. Da es sich in feuchter Luft unverändert erhält, so benutzt man es häufig, um andere Gegenstände damit zu überziehen. Sein häufigstes Auflösungsmittel ist das Chlor in Gestalt von Königswasser.

Legirungen des Goldes. Feines Gold wird seiner Weichheit wegen nicht verarbeitet; es wird nur zu Blattgold und zum Malen auf Glas oder Porcellan angewendet. Das verarbeitete Gold ist stets mit Kupfer oder mit Silber legirt, ein solches Gemisch ist weit härter als feines Gold. Man berechnet die Goldlegirungen nach Karat und Grän; man theilt die Mark = $^1/_2$ Pfund in 24 Karate, den Karat in 12 Grän. Unter 18karätigem Golde versteht man solches, das auf die Mark 18 Karat Gold und 6 Karat Kupfer oder Silber enthält. Die Kupferlegirung wird die **rothe Karatirung**, die Silberlegirung die **weiße Karatirung** genannt; eine Legirung mit beiden Metallen heißt **gemischte Karatirung**. Diese verschiedenen Legirungen werden behufs der Verarbeitung zu Goldarbeiten, nach gesetzlichen Bestimmungen dargestellt. So verarbeitet man in Frankreich 18,20 und 22karätiges, in Deutschland 8,14 und 18karätiges Gold. Zu leichteren Waaren verarbeitet man oft auch 6karätiges (Joujou-Gold), oder noch schlechteres, wobei dem äußeren Ansehen durch Vergoldung nachgeholfen werden muß. Die österreichischen Ducaten haben einen Feingehalt von 23 Karat 9 Grän, die holländischen von 23 Karat 6—6,9 Grän, die Sovereignes 22 Karat, die preußischen Friedrichsd'or $21^2/_3$ Karat, die Napoleond'or 21 Karat $7^1/_5$ Grän.

Goldprobe. Um den Feingehalt einer Goldlegirung zu ermitteln, bedienen sich die Goldarbeiter des Probirsteines (siehe S. 229), und behandeln den Strich mit verdünntem Königswasser, um aus dem Verschwinden oder Unverändertbleiben einen Schluß auf den Goldgehalt zu ziehen. Wie sich von selbst versteht, kann diese Methode nur annähernde Resultate geben. — Am besten nimmt man die

Goldprobe durch Kupellation vor. Zu diesem Zwecke schmilzt man das goldhaltige Korn, je nach seiner Farbe, mit dem dreifachen, doppelten oder gleichen Gewichte an Silber und mit ungefähr der zehnfachen Menge an Blei zusammen. Nach dem Abtreiben plattet man das silberhaltige Korn aus und digerirt das Blech in Salpetersäure, das zurückbleibende Gold wird ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Technische Anwendung des Goldes. Man wendet das Gold bekanntlich an zu Geräthen, Schmucksachen, zu Münzen und zum Ueberziehen metallener Gegenstände mit Gold (Vergoldung); die Benutzung desselben in der Porcellan- und Glasmalerei wurde schon erwähnt.

Vergolden. Das Vergolden geschieht entweder durch Blattgold, auf kaltem Wege, auf nassem Wege, durch die Feuervergoldung oder auf galvanischem Wege.

Vergolden durch Blattgold, Mit Blattgold vergoldet man Holz, Stein und dergl. Das zu diesem Zwecke angewendete Blattgold wird dargestellt, indem man feines Gold zuerst in Stangen ausgießt, diese dann zu Platten ausschlägt und durch Walzen in Bleche verwandelt. Diese Bleche werden zuerst zwischen Pergament und dann zwischen Goldschlägerhaut (der Oberhaut vom Blinddarme des Ochsen) bis zur verlangten Feinheit ausgeschlagen. Die mit Blattgold zu vergoldenden Gegenstände werden zuerst mit einem Gemenge von Bleiweiß und Firniß oder mit Eiweiß und Baumöl überstrichen und dann mit Blattgold bedeckt. Eiserne und stählerne Gegenstände, wie Säbelklingen, Gewehrläufe, werden zuerst mit Salpetersäure behandelt, dann erhitzt bis sie blau anlaufen und mit Blattgold überdeckt. Auf

auf kaltem Wege, kaltem Wege vergoldet man, indem man feines Gold in Königswasser löst, in diese Goldlösung Leinwandläppchen taucht, dieselben trocknet und dann zu Zunder verbrennt. Die Asche enthält fein zertheiltes Gold und Kohle, das man vermittelst eines in Salzwasser getauchten Korkes auf die vorher gereinigte und polirte Oberfläche des zu vergoldenden Kupfers, Messings oder Silbers aufreibt. Die Vergoldung auf

auf nassem Wege, nassem Wege geschieht, indem man die Gegenstände in eine verdünnte Goldchloridlösung oder in ein siedend heißes Gemenge von verdünnter Goldchloridlösung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron taucht. Eisen und Stahl, die auf diese Weise vergoldet werden sollen, werden zuerst mit einer Kupfervitriollösung verkupfert. Eisen und Stahl lassen sich auch dadurch auf nassem Wege vergolden, daß man die Gegenstände zuerst mit Salpeter-

säure ätzt und dann mit einer Lösung von Goldchlorid in Aether bestreicht und erhitzt. Als Bad zum Vergolden auf nassem Wege ist auch in der neueren Zeit eine Lösung von Goldchlorid in phosphorsaurem Natron empfohlen worden. Die Gegenstände sollen sich fast augenblicklich vergolden.

Feuervergoldung. Die Feuervergoldung wird besonders bei Gegenständen von Bronze und Silber angewendet. Sie geht auf dieselbe Weise wie die entsprechende Feuerversilberung vor sich, indem man auf die zu vergoldende Fläche ein Goldamalgam aufträgt, den Gegenstand behufs des Abdampfens des Quecksilbers erhitzt und die matte Oberfläche mit einem Polirstahle polirt. Das hier angewendete Goldamalgam besteht aus 2 Th. Gold und 1 Th. Quecksilber. Stahl und Eisen werden ebenfalls vorher verkupfert. Von der Vergoldung auf galvanischem Wege wird in dem folgenden Abschnitte die Rede sein.

Goldpurpur. Der Goldpurpur oder Purpur des Cassius ist ein zuerst von Cassius in Leyden 1683 dargestelltes Goldpräparat, das bekanntlich angewendet wird, um Glasflüssen eine Purpurfarbe zu ertheilen. Man stellt ihn dar, indem man eine Lösung von Goldchlorid mit Zinnsesquichlorid versetzt. Er erscheint als braunes, purpurrothes oder schwarzes Pulver, über dessen chemische Constitution noch nicht entschieden ist, ob es goldsaures Zinnoxyd oder zinnsaures Goldoxyd ist. Daß das Gold darin nicht im feinzertheilten metallischen Zustande, sondern oxydirt enthalten ist, geht aus den damit angestellten Versuchen deutlich hervor. Nach Th. Scheerer erscheint keine Combination für den Goldpurpur wahrscheinlicher als AuO, $Sn_2 O_3$. Ein gut zubereiteter Goldpurpur muß 39,68 Proc. Gold enthalten. — Knallgold. Das Knallgold ist eine explosive Verbindung, welche aus Goldoxyd und Ammoniak besteht; sie hat bis jetzt keine technische Anwendung gefunden.

Anwendung des Galvanismus zur Erzeugung cohärenter Metallflächen.

Anwendung des Galvanismus. Es ist gewiß eine der merkwürdigsten Eigenschaften des elektrischen Stromes, daß gewisse zusammengesetzte Körper durch denselben in ihre Bestandtheile zerlegt werden, wobei sich die Bestandtheile an den Stellen abscheiden, an welchen der Strom in den zu zersetzenden Körper

eintritt; der eine Bestandtheil befindet sich an der Eintrittsstelle des elektrischen Stromes in die Flüssigkeit, der andere Bestandtheil an der Austrittsstelle. Die Wissenschaft und das Gewerbewesen haben aus dieser Eigenschaft den größten Nutzen gezogen und noch sind von derselben die größten Entdeckungen zu erwarten. Die Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers durch strömende Elektricität wird die Elektrolyse genannt; derjenige Körper, der fähig ist, durch Elektricität zerlegt zu werden, heißt ein Elektrolyt; die Stellen des Ein- und Austrittes die Elektroden und zwar die Eintrittsstelle oder der positive Pol die Anode, und die Austrittsstelle oder der negative Pol die Kathode. Die Bestandtheile des durch Elektricität zerlegten Körpers nennt man die Jonen, und zwar den an der Anode (dem + Pole) ausgeschiedenen Bestandtheil das Anion, und den an der Kathode auftretenden Körper das Kation. Derjenige elektrische Strom, der die Elektrolyse von einem Aequivalent Wasser zu bewirken vermag, ist im Stande, in jedem anderen binär zusammengesetzten Körper, der von dem elektrischen Strom durchströmt wird, ebenfalls ein Aequivalent zu zersetzen. Daraus geht hervor, daß die durch den elektrischen Strom zerlegten Gewichtsmengen sich wie die chemischen Aequivalente verhalten. Dieses

Elektrolytisches Gesetz.

Gesetz wurde von Faraday aufgestellt, es ist unter dem Namen des elektrolytischen bekannt. Aus der Physik ist es bekannt, daß die an der Anode (dem + Pole) sich ansammelnden Körper elektronegative sind, weil ungleichnamige Elektricitäten sich anziehen und gleichnamige sich abstoßen. Die an der Kathode (dem — Pole) sich ansammelnden sind demnach die elektropositiven.

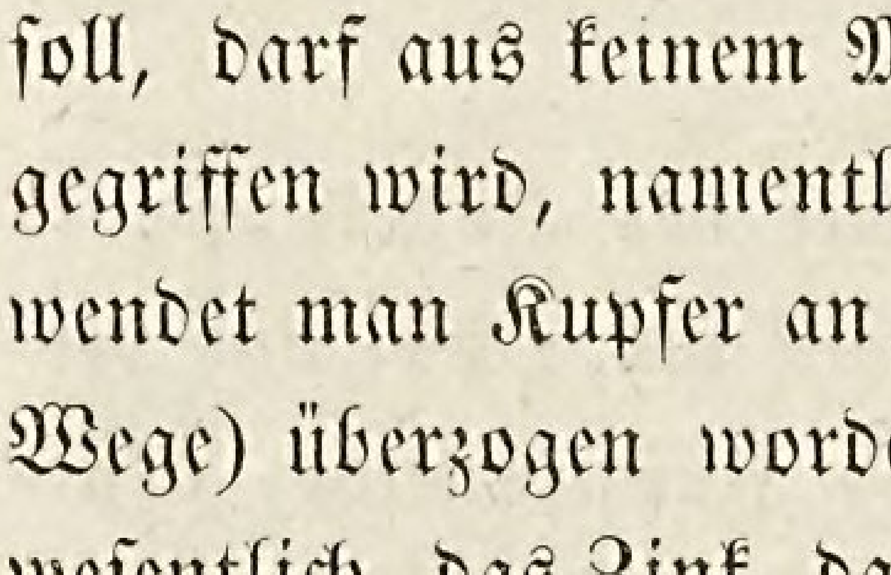
Weil Wasser das gewöhnliche Auflösungsmittel der Körper ist, so treten häufig seine Bestandtheile bei der Elektrolyse mit ins Spiel und veranlassen secundäre Erscheinungen. So giebt z. B. Kupfervitriol, bestehend aus Kupferoxyd und Schwefelsäure, an der Anode Sauerstoffgas und an der Kathode metallisches Kupfer, das auf folgende Weise abgeschieden wurde. Das Wasser wird zersetzt ($HO = H + O$), eben so auch das schwefelsaure Kupferoxyd ($CuO, SO_3 = CuO + SO_3$). Der Sauerstoff des Wassers wird frei und scheidet sich an der Anode (am + Pole) ab, dasselbe geschieht mit der Schwefelsäure; der Wasserstoff des Wassers aber entzieht dem Kupferoxyd den Sauerstoff und bildet mit demselben Wasser, während das Kupfer nun metallisch ausgeschieden werden muß ($CuO + H = HO + Cu$). Wird das Kupfer aus der Kupfervitriollösung durch einen

nicht zu stark wirkenden Strom ausgeschieden, so lagert es sich an der Kathode (am — Pole) in cohärenter Gestalt ab. Der an der Anode frei gewordene Sauerstoff verbindet sich mit dem daselbst befindlichen, als Leiter dienenden Zink zu Zinkoxyd, das mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd zusammentritt. Für jedes Aequivalent Kupfer = 31,7, das gefällt wird, löst sich ein Aequivalent Zink = 32,6 auf. — Wendet man anstatt des Kupfervitriols passende Lösungen von Gold, Silber u. s. w. an, so kann man auch auf galvanischem Wege vergolden, versilbern und dergl. Wir beschreiben nun in der Kürze das Verfahren 1) bei der Galvanoplastik, 2) bei der Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege, 3) das galvanische Aetzen, 4) die Metallochromie.

Galvanoplastik. 1) Galvanoplastik. Wie angegeben wurde, lagert sich das durch Wasserstoff reducirte Kupfer an der Kathode in zusammenhängender Form ab. Durch fortgesetzte Operationen kann man das Kupfer zu einer solchen Dicke anwachsen lassen, daß dasselbe von den Rändern der Form, auf welcher die Abscheidung geschah, losgetrennt werden kann und einen Abdruck der Form darstellt. Auf diesem Umstande beruht die Galvanoplastik, die 1839 von Jacobi in Petersburg und fast gleichzeitig von Spencer in Liverpool entdeckt wurde. Diese Kunst wurde verbessert von Becquerel, Elsner, Smee, Ruolz, Elkington, Braun u. v. A.

Die Metalllösung, welche zur Darstellung galvanoplastischer Abdrücke angewendet wird, ist stets eine gesättigte Lösung von Kupfervitriol. Die metallische Form (das Modell), auf welcher die Ablagerung vor sich gehen soll, darf aus keinem Metall bestehen, das von der Kupfervitriollösung angegriffen wird, namentlich nicht aus Zinn, Zink oder Eisen. Gewöhnlich wendet man Kupfer an, das mit einer dünnen Schicht Silber (auf nassem Wege) überzogen worden ist. Damit der Strom gleichmäßig gehe, ist es wesentlich, das Zink, das sich an dem elektropositiven Pol befindet, zu amalgamiren. Das Amalgamiren geschieht dadurch, daß man das Zink in Salzsäure eintaucht, dann einige Tropfen Quecksilber darauf fallen läßt, und dieselben durch Reiben oder Bürsten auf der Oberfläche verbreitet.

Fig. 67.



Anfertigung von Kupferplatten. Um Kupferplatten auf galvanischem Wege zu erzeugen, dient der nebenstehend abgebildete Apparat (Fig. 67). In einem hölzernen Trog, der mit Harz ausgegossen ist, bringt man

am Boden die gravirte Platte a an, auf der sich das Kupfer ablagern soll. Ueber derselben ist ein Holzrahmen angebracht, der an seiner unteren Seite mit einer Blase, mit Pergament oder mit einer porösen Thonplatte, einem sogenannten Diaphragma, verschlossen ist. Unmittelbar über diesem Rahmen befindet sich die Zinkplatte K, die vermittelst eines Bleistreifens mit der Kupferplatte verbunden ist. In den Trog gießt man eine in der Kälte gesättigte Kupfervitriollösung, die man durch Hineinlegen einiger Stückchen Kupfervitriol gesättigt erhält. In den inneren Theil des Rahmens bringt man eine concentrirte Lösung von Zinkvitriol.

Anfertigung von Medaillen. Um Medaillen und ähnliche kleine Gegenstände galvanoplastisch nachzubilden, benutzt man einige Elemente einer schwachen galvanischen Batterie. An der Kathode befestigt man die Platte, auf welcher der Niederschlag erfolgen soll, in verticaler Stellung und ihr gegenüber die Platte, welche das Material zu der neuen Platte liefern soll, ebenfalls in verticaler Stellung. In dem Verhältnisse als sich Metall an der Kathode niederschlägt, löst sich Metall an der Anode, so daß die Flüssigkeit immer gleichmäßig concentrirt ist. Nicht leitende Substanzen, die man galvanoplastisch nachbilden will, wie Gypsabgüsse, Wachs- oder Stearinsäureabdrücke macht man auf der Oberfläche durch Graphit oder Eisenoxyd-Oxydul leitend; so kann man auf diese Art Kupfer auf Gyps oder Stearinsäure niederschlagen. Gyps muß vor dem Auftragen von Graphit mit Wachs eingelassen werden, damit er keine Flüssigkeit einsaugen kann. — Um einen zähen, geschmeidigen Kupferabsatz zu erhalten, hat Kobell vorgeschlagen, die Kupfervitriollösung mit einem Zusatz von Zinkvitriol und Glaubersalz zu versehen. — Aus den neuesten Versuchen über Galvanoplastik scheint hervorzugehen, daß das Kupfer nur dann im cohärenten regulinischen Zustande gefällt wird, wenn die Kupfervitriollösung in ziemlich concentrirter Form angewendet wird, und der elektrische Strom gerade hinreicht, die Metalllösung, aber nicht auch Wasser zu zersetzen. Entwickelt sich neben dem abgeschiedenen Metalle auch noch Wasserstoff an der Kathode, so wird das Metall nicht in cohärenter Form, sondern in Gestalt eines dunkeln Pulvers abgeschieden.

Vergoldung Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege. 2) **Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege.** Um Gegenstände von Kupfer, Bronze, Messing u. s. w. auf galvanischem Wege zu vergolden, muß die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Das Reinigen geschieht durch Ein-

tauchen des Gegenstandes in siedende Kalilösung, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Man bedient sich zur Vergoldung, wie auch zur Versilberung allgemein der galvanischen Batterie mit einer Zersetzungszelle und zwar ist jetzt die von Smee construirte Batterie, die aus platinirtem Silberblech, das mit amalgamirtem Zinkblech umgeben ist, die bei weitem gebräuchlichere. Die Elemente dieser Batterie hängen in bleiernen, inwendig verpichten Gefäßen. Als Zersetzungsflüssigkeit benutzt man die Verbindungen des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Eine Auflösung von Cyankalium in Wasser hat die Eigenschaft, fein getheiltes metallisches Gold, Goldoxyd, Gold- oder Silberchlorid zu lösen und Doppelcyanüre zu bilden, deren Lösung sich am besten als Zersetzungsflüssigkeit eignet. Die zu vergoldenden oder versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittelst eines Drahtes eingehängt, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung steht. Ein zweiter Draht ist mit dem negativen Pole der Batterie verbunden, der in der Zersetzungszelle in ein angenietetes Platinblech endet. Anstatt der Leitungsdrähte wendet man sehr zweckmäßig Drahtseile an. Der Proceß der galvanischen Vergoldung oder Versilberung dauert nur einige Minuten, deshalb hängt man die Anode nicht ein, sondern bewegt dieselbe in der Auflösung mit der Hand hin und her, damit die Vergoldung gleichmäßig ausfalle. Anstatt der Anode aus Platin, wendet man zweckmäßig Bleche aus Gold oder Silber an, die von dem sich ausscheidenden Cyan nach und nach aufgelöst werden; dadurch wird bezweckt, daß der Gehalt der Lösung an Gold und Silber stets gleich bleibt.

Goldlösung. Um eine geeignete Goldlösung zu bereiten, wendet man 100 Gramme Cyankalium (s. S. 167) auf ein Liter destillirtes Wasser an. Für diese Lösung löst man 7 Grammen Feingold in Königswasser, dampft die Lösung im Wasserbade vorsichtig zur Trockne, löst den Rückstand in etwas destillirtem Wasser und setzt die Flüssigkeit zu der Lösung des Cyankaliums. — Da die Lösung des Goldchlorids, das sich durch Auflösen von Gold in Königswasser bildet, trotz des Abdampfens noch freie Säure enthalten kann, die aus der Cyankaliumlösung Blausäure entwickelt, so hat Bagration vorgeschlagen, das Gold aus dieser Lösung mittelst Eisenvitriol zu fällen, das fein getheilte Gold auf einem Filter zu sammeln, mit destillirtem Wasser auszuwaschen und dann in die erwärmte Cyankaliumlösung zu bringen, in der sich das Gold löst. Nach Braun löst man Gold in Königswasser, dampft die vom aus-

geschiedenen Chlorsilber abfiltrirte Lösung, zu welcher man Kochsalzlösung gesetzt hatte (auf 3 Th. Gold 10 Th. Kochsalz), zur Trockne ein, löst den Rückstand in Wasser und fällt die Lösung mit überschüssigem Ammoniak. Der Niederschlag (Knallgold) wird ausgewaschen und in einer hinreichenden Menge von Cyankalium gelöst. Nach dem Herzog von Leuchtenberg ist es zweckmäßig der Goldlösung etwas Aetzkali zuzusetzen. Elsner benutzt anstatt des Cyankaliums das Blutlaugensalz, das schon vorher von Elkington und Ruolz vorgeschlagen worden war. Man löst zu diesem Zwecke 28 Gr. gewalztes Gold in Königswasser, verdampft die Lösung im Wasserbade zur Trockne, löst den Rückstand in Wasser und setzt zu der Lösung 210 Gr. mit etwas Wasser angerührter Magnesia. Die entstandene goldsaure Talkerde (Goldoxyd-Magnesia) wird auf einem Filter mit Wasser ausgewaschen und dann mit Salpetersäure behandelt, welche die Talkerde auflöst, das Goldoxyd aber zurückläßt. Nach hinreichendem Auswaschen wird das Goldoxyd in einer Auflösung von 500 Gr. Blutlaugensalz in 4 Litern
Silberlösung. Wasser gelöst. Die Lösung zum Versilbern auf galvanischem Wege stellt man dar, indem man gut ausgewaschenes, frisch gefälltes Chlorsilber in Cyankaliumlösung (100 Gr. Cyankalium auf 1 Liter Wasser) einträgt, so viel sich darin aufzulösen vermag, und zu dieser Lösung eine gleiche Menge von der Cyankaliumlösung setzt. — Eben so empfiehlt man eine Lösung von 1 Th. Cyansilber in 100 Th. Wasser. Zur galvani-
Kupferlösung. schen Verkupferung ist eine Auflösung von Kupferoxydul in Cyankalium die tauglichste Zersetzungsflüssigkeit. Um sie darzustellen, erhitzt man eine Kupfervitriollösung mit etwas Kali und Krümelzucker, bis sich ein rother Absatz von rothem Kupferoxydul gebildet hat, den man auf einem Filter mit destillirtem Wasser auswäscht und in einer Cyankalium-
Zink- und Zinnlösung. lösung löst. Zum Verzinken des Eisens kann man eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd anwenden. Das mit einer Zinkhaut überzogene Eisen führt den Namen galvanisirtes Eisen. Zum Verzinnen wendet man eine Zinnauflösung an, welche man dadurch gebildet hat, daß man als Zersetzungsflüssigkeit Aetznatronlauge, als Kathode ein Eisenblech, als Anode eine Zinnstange benutzt.

Das Aetzen auf galvanischem Wege. 3) Das Aetzen auf galvanischem Wege gründet sich auf die Thatsache, daß unter gewissen Bedingungen die an den Elektroden ausgeschiedenen Stoffe sich mit denselben chemisch verbinden. Erfolgt eine Verbindung, so wird die Elektrode nach und nach zerstört. Regulirt man

dieses Zerstören dergestalt, daß die Elektrodenplatte durch Ueberziehen mit Aetzgrund (aus 4 Th. Wachs, 4 Th. Asphalt und 1 Th. schwarzem Pech dargestellt) bis auf gewisse freigelassene Stellen unzerstörbar ist, so hat man alle Bedingungen zum Aetzen. In die mit Aetzgrund bedeckte Kupferplatte wird die beabsichtigte Zeichnung bis auf das blanke Metall einradirt, und darauf als positive Elektrode einer constanten Kette, in Kupfervitriollösung, einer anderen als negative Elektrode dienenden blanken Kupferplatte gegenüber gestellt. Während sich die letztere mit Kupfer überzieht, wird an den radirten Stellen durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers Kupferoxyd gebildet, und dieses von der im Kupfervitriol frei gewordenen Schwefelsäure immer wieder aufgenommen und entfernt.

Metallochromie. 4) Metallochromie. Auch zusammengesetzte Körper, wie z. B. Metalloxyde, können durch den galvanischen Strom in cohärenter Form auf Metallflächen niedergeschlagen werden. Bleioxyd (Bleiglätte) hat vorzüglich die Eigenschaft, aus seiner Lösung in Aetzkali oder Aetznatron als Superoxyd abgeschieden zu werden. Becquerel hat darauf ein Verfahren begründet, Metalle mit diesem Superoxyde zu überziehen, das unter dem Namen Metallochromie oder galvanische Metallfärbung bereits Anwendung gefunden hat, da dasselbe die Hervorbringung verschiedener Farben gestattet. Diese Farben gehören in die bekannte Kategorie der Farben dünner Schichten. Bringt man in eine vollkommen gesättigte Auflösung von Bleioxyd in Aetzkali eine Platte, die mit der Anode einer galvanischen Batterie in Verbindung steht, während ihr gegenüber eine Platinplatte als Kathode dient, so wird auf der Platte Bleisuperoxyd abgelagert, und die Farbe ändert sich mit der Dicke der Schicht; ist die gewünschte Wirkung erreicht, so muß der Körper sogleich aus der Flüssigkeit genommen und abgewaschen werden. Hält man die Spitze ruhig über eine Stelle, so entstehen um dieselbe herum die bekannten Nobilischen Farbenringe. Um diese zu vermeiden, muß man die Elektrode in fortwährender Bewegung und in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche des Körpers halten. Die Metallochromie findet Anwendung zur Verzierung von Gegenständen aus Kupfer, Tombak und Messing, welche vorher eine dünne galvanische Vergoldung empfangen haben. Die Hauptfarbe ist grün oder purpurroth, welche in Nebenfarben (hellroth, blau, violett, gelb) übergeht.

Elektrotypie. Elektrotypie. Um Lettern auf galvanoplastischem Wege zu vervielfältigen, wird der Letternsatz mit Spatien in solcher Ausdehnung

umgeben, als die Größe der von jeder Letter darzustellenden Matrize es erfordert. Der Satz wird dann mit Schnüren festgebunden, an den Rändern mit Wachs umgeben, davon ein galvanoplastischer Abdruck erzeugt und die einzelnen Matrizen mit einer Scheere ausgeschnitten. Auf der Rückseite werden dieselben verzinnt und mit Letternmetall zur gehörigen Dicke ausgegossen. Zur Erzeugung von Stereotypplatten und zur Copirung von Holzschnitten möchte sich die Gutta Percha als Material zur Matrize besonders eignen. — Eine Nachahmung der Holzschneidekunst mit Hülfe der Galvanoplastik ist unter dem Namen Glyphographie bekannt. Die Galvanographie (eine Erfindung von Prof. von Kobell in München) bezweckt die Vervielfältigung einer Zeichnung auf galvanischem Wege.

III.

Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.

Pflanzenfaser.

Pflanzenfaser. Der Pflanzenzellstoff oder die Cellulose $C_{12} H_{10} O_{10}$ ist derjenige Stoff, der das Gewebe der Vegetabilien bildet und in den verschiedensten Formen in den Pflanzen vorkommt. In größter Menge findet er sich mit incrustirenden Substanzen durchdrungen im Holze und bildet die Holzfaser oder das Lignin, in langen Faden oder Büscheln bildet er den Flachs (Lein), den Hanf, die Brennnesselfäden und die Baumwolle, welche Substanzen die technisch so wichtige Gruppe der Gespinnstfasern bilden und zur Fabrikation der Gewebe, des Papiers und der Schießbaumwolle dienen. Die Anwendung des Holzes ist bekannt, die Haupteigenschaften und die Verwendung desselben als Brennstoff werden in dem Kapitel von der Heizung angeführt werden. Daß der reine Pflanzenzellstoff von gleicher Zusammensetzung in dem Holze, der Baumwolle, dem Flachse und dem Papier vorkommt, geht aus folgenden Analysen dieser verschiedenen Substanzen hervor:

Zellenstoff aus:	Holz	Baumwolle	Flachs	Papier
Kohlenstoff . .	43,87	43,30	43,63	43,87
Wasserstoff . .	6,23	6,40	6,21	6,12
Sauerstoff . .	49,90	50,30	50,16	50,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Flachs. Der Flachs ist die zum Spinnen vorgerichtete Faser der Leinpflanze (Linum usitatissimum). Die Ernte des Leins geschieht, indem die Pflanzen aus dem Boden gerauft, in Bündel gebunden, und zum Trocknen auf das Feld gestellt werden. Nach dem Trocknen werden die Pflanzen auf der Flachsraufe, einem Kamme mit eisernen Hakenzähnen, geriffelt, d. h. die Samenkapseln abgerissen, dann aber der Flachs in handdicke Bündel gebunden. Die Trennung der Fasern von den übrigen Theilen des Stengels geschieht durch das Rösten oder Rotten und durch das darauf folgende Brechen und Schwingen. Das Rösten hat zum Zweck, die nicht zum Spinnen anwendbaren Theile aufzulösen, das Brechen und Schwingen, nach dem Dörren die Hülse abzusondern. Behufs des Röstens

Rösten desselben. bringt man die Flachsstengel in Bäche oder in stehendes Wasser und hält sie durch aufgelegte schwere Körper unter der Oberfläche des Wassers, bis eine Art von Fäulniß eingetreten ist, welche diejenigen Stoffe, von welchen die Faser zusammengehalten wird, nicht aber die Faser selbst zerstört. Man nennt diese Art der Röste die Wasserröste. Nach einer andern Methode setzt man die geriffelten Stengel, in dünnen Lagen auf Feldern ausgebreitet, den Einflüssen der Atmosphäre aus und ersetzt den fehlenden Regen durch fleißiges Begießen mit Wasser (Thauröste). Beide Methoden sind langwierig und ungesund, weil durch die bei der Fäulniß sich entwickelnden Gasarten die Umgegend vergiftet, durch die Wasserröste außerdem das Wasser verdorben und zur Erhaltung des Lebens von Fischen untauglich wird. Man hat deshalb anstatt des Röstens vorgeschlagen, die Stengel längere Zeit mit

Brechen, Schwingen und Hecheln des Flachses. Kalilauge oder mit verdünnter Schwefelsäure in Berührung zu lassen und sie dann zu trocknen und zu brechen. Nach beendigtem Rösten und Dörren sucht man die Fasern von der Hülse und den holzigen Theilen zu trennen, was durch das Brechen, Schwingen und Hecheln geschieht. Durch das Brechen werden die holzigen Theile zerklopft (gebrochen) und durch das Schwingen aus dem Flachse entfernt. Durch das Hecheln endlich wird die letzte Spreu (Schebe oder Ahne) entfernt und die noch zusammenhängenden Fasern werden gespalten. Die sich hierbei aus-

Hede oder Werg. scheidenden kurzen und verworrenen Fäden bilden die Hede oder das Werg, das bekanntlich zum Ausstopfen und zu grober Leinwand angewendet wird. Der nun fertige Flachs wird versponnen. Das Spin-

Spinnen des Flachses. nen selbst zerfällt in das Ausziehen der Fasern aus dem Flachs, das Zusammendrehen der Fasern — wodurch der Zwirn entsteht, der, je

nachdem man zwei, drei oder mehrere Fäden zusammendreht, zwei=, drei= oder mehrdrähtig heißt — und in das Aufwickeln der zusammengedrehten Fasern (des Garnes). Beim Weben des Garnes werden Fäden parallel neben einander aufgespannt (die Kette) und durch dieselben Fäden so rechtwinklig geführt (der Einschuß, Schuß, Einschlag), daß dichte Gewebe entstehen, die man mit dem Namen leinene Zeuge zusammenfaßt. Durch die Umkehr des Einschusses an den beiden Rändern des Gewebes, wobei derselbe die äußersten Kettenfäden umschlingt, entsteht die Kante oder Sahlleiste. Man theilt die leinenen Zeuge ein in Leinwand, Zwillich und Damast. Feinere Sorten Leinwand nennt man Battist und Linon. Der Zwillich oder Drillich unterscheidet sich von der Leinwand dadurch, daß er gewöhnlich gemustert oder façonnirt ist; er ist eine mit eingelegten, geraden und rechtwinkligen Mustern geköperte Leinwand. Damast unterscheidet sich vom Zwillich nur durch eingewebte größere Muster, als Blumen, Sterne, Landschaften, Portraits u. s. w. Die fertigen Zeuge werden gebleicht und dann, um ihnen ein gefälliges Ansehen zu geben, appretirt. Die Appretur zerfällt in das Stärken, Glätten und Pressen. Durch das Stärken wird die Leinwand steif und zur Annahme des Glanzes geeignet. Das Glätten und Pressen geschieht entweder auf Mangeln oder Rollen, oder vermittelst eines aus 3—5 Walzen bestehenden Kalanders. — Von dem Bleichen der leinenen Zeuge wird weiter unten die Rede sein.

(Randnotizen: Weben des Garnes. — Leinene Zeuge. — Appretur.)

Hanf. Aehnlich dem Flachs sind die Stengel der Hanfpflanze (Cannabis sativa), die auf ähnliche Weise vorbereitet und zur Anfertigung von gröberen Geweben (Hanfleinwand und Segeltuch), meist aber zu Seilerarbeiten angewendet werden. Auf ähnliche Weise verarbeitet man auch die Fasern der Stengel einiger Nesselarten (Urtica nivea und U. utilis) zu dem chinesischen Gras (clothgrass), einem der Leinwand sehr ähnlichen Gewebe, des neuseeländischen Flachses (Phormium tenax), der Seidenpflanze (Asclepias syriaca), des Maulbeerbaumes (Morus papyrifera), der Aloë (Agave americana), mehrerer Arten des Pisang (Musa textilis und M. troglodytarum) zu dem Manilahanf, der besonders zu Glockenzugbändern, Taschen, Matten u. s. w. verarbeitet wird, der Ananas (Bromelia Ananas) zu dem Ananashanf oder Pinna u. s. w.

Baumwolle. Die Baumwolle (Coton) ist die Samenwolle der Früchte mehrerer Staudengewächse aus der Gattung Gossypium, welche in allen

warmen Ländern, besonders in Asien, in Amerika, in beiden Indien, in der Levante, auf Sicilien, Malta und in Unteritalien angebaut werden. Die Frucht besteht aus einer drei- bis fünffächerigen Kapsel von der Größe einer welschen Nuß, in der sich die erbsengroßen schwarzen Samen von weißer Wolle umgeben befinden. In einer Art der Baumwollenstaude (Gossypium religiosum) ist die Baumwolle gelb gefärbt; sie wird von den Chinesen zur Fabrikation des Nanking angewendet. Wenn die Kapseln reif sind, so platzen sie auf und die Wolle tritt heraus; in jeder Zelle liegt ein Büschel Baumwolle, deren Fasern an den Samen festsitzen. So wie die Baumwolle nach Europa kommt, hat sie schon an ihren Erzeugungsorten eine vorläufige Reinigung erlitten, indem sie egrenirt, d. h. von den Samenkörnern sorgfältig befreit worden ist. Wollte man die Baumwolle mit den Samen verpacken, so würde dieselbe schmutzig und ölig, und zum Verspinnen untauglich werden. Man unterscheidet die Baumwolle nach den Ländern und nach den Stapelplätzen als nordamerikanische (Sea Island, Louisiana, Alabama, Tennessee, Georgia, Virginia), südamerikanische (Fernambuk, Siara, Bahia u. s. w.), columbische, peruanische, westindische (Domingo, Bahama, Barthelemy), ostindische, levantische, und europäische Sorten. Die erste Operation, welche die von den Kernen befreite Baumwolle erleidet, ist das Auflockern. Sie gelangt zuerst in die Wölfe (devils) oder Zaußler (willows), und von da in die Flackmaschinen (batteurs), welche die durch die Wölfe zerrupfte Wolle durch Flügelwellen schlagen, wobei Ventilatoren den Staub herausblasen. Aus der ersten Flackmaschine gelangt die Baumwolle in die zweite, in welcher die gereinigte Baumwolle durch Walzen zu einer dünnen Watte vereinigt und auf Cylinder aufgewickelt wird. Um die Baumwolle zu einem fehlerfreien Faden verspinnen zu können, ist es nothwendig, daß ihre Fasern vollständig entwirrt und parallel gelegt werden. Dies geschieht auf der Kratz- oder Krämpelmaschine (carding engine) und zwar erst auf einer Grob- und dann auf einer Feinkratze. Von dem Kratzencylinder werden die Watten durch eine Art Kamm abgelöst und dann auf der letzten Feinkratze durch einen Trichter und durch Walzen zu einem Bande zusammengezogen. Diese Bänder werden hierauf zu dünneren ausgestreckt und dabei häufig dublirt, woraus dann der Faden entsteht. Der entweder mit der Hand oder mittelst Spinnmaschinen aus Baumwolle gesponnene Faden heißt Garn. Das englische Maschinengarn heißt Twist und zwar das stärkste und festeste

Water-twist, das weniger gedrehte Mule-twist. Das durch die Streckmaschinen erhaltene Garn wird verwebt. Von den baumwollenen

Baumwollene Zeuge.

Zeugen unterscheidet man 1) Glatte Stoffe und zwar leinwandartige wie Kattun, Nanking, Schirting (Futterkattun), Kambrik, Perkal, Gingham, Musselin (die feinsten Sorten heißen Vapeur und Zephyr); gazeartige: Tüll; 2) Geköperte Stoffe: Köper (Croisé), Drill, Satin (englisch Leder), Barchent; 3) Gemusterte Zeuge: Dimity oder Wallis, Hosenzeuge, baumwollener Damast, Piqué; 4) Sammtartige Stoffe: Manchester und baumwollener Sammt.

Stellvertreter der Baumwolle.

Es sind verschiedene Ersatzmittel für die Baumwolle vorgeschlagen worden. Man hat bis jetzt aber noch kein Material gefunden, das vollkommen die Baumwolle zu ersetzen im Stande wäre. Einige dieser sogenannten Ersatzmittel sind die schwarze Pappel (Populus nigra) und die Espe (P. tremula), deren Wolle nur die Elasticität fehlt, um als Stellvertreter der Baumwolle dienen zu können, die Binse (Juncus effusus), die deutsche Tamariske, Disteln und Grauwolle (Agrostis), die Salix pentandra und die Flachsbaumwolle.

Cottonisiren des Flachses.

In der neueren Zeit hat die Bereitung der Flachsbaumwolle durch Claussen, oder das Verfahren, kurzfaserigen Flachs darzustellen, welcher gefilzt, gekratzt und auf der Baumwollenspinnmaschine entweder für sich oder mit Baumwolle versponnen werden kann, überhaupt in den Haupteigenschaften mit der Baumwolle übereinstimmen soll, viel von sich reden gemacht, indem man schon die Hoffnung hegte, daß dadurch der Baumwollenindustrie ein inländisches Rohmaterial gegeben worden sei. Was den Flachs in dieser Beziehung von der Baumwolle unterscheidet, ist die Zusammengesetztheit und die Länge seiner Faser. Letztere soll auf einer Schneidemaschine auf die Länge der Baumwollenfaser reducirt, das Auflösen der zusammengesetzten Fasern in Primitivfasern auf chemischem Wege bewirkt werden. Claussen bringt zu diesem Zweck den Flachs in eine concentrirte Lösung von zweifach kohlensaurem Natron, und sodann in ein saures Bad (1 Th. Schwefelsäure und 200 Th. Wasser). Der Flachs verwandelt sich dadurch in eine weiche flaumige Masse, die im gebleichten Zustande der Baumwolle ähnlich ist. Das Claussen'sche Verfahren ist aber keine Verbesserung, sondern eine Verschlechterung des Flachses, da derselbe seine Haupteigenschaften durch das Cottonisiren verliert, außerdem auch die Festigkeit der Faser dabei leidet.

Unterscheidung der Baumwollenfaser von der Leinenfaser. Durch das jetzt sehr übliche Verspinnen und Verweben von mit Baumwolle gemischten Leinen ist ein sicheres Mittel Bedürfniß geworden, Baumwolle von Leinen zu unterscheiden. Kindt giebt folgendes Mittel an, das seiner Einfachheit und Sicherheit wegen alle Beachtung verdient. Man taucht die mit Seifenwasser u. s. w. von der Appretur befreite Probe zur Hälfte in concentrirte Schwefelsäure ungefähr 1 — $1^1/_2$ Minute lang, alsdann bringt man sie in Wasser, wäscht und trocknet sie. Die Schwefelsäure zerstört die Baumwollenfaser viel schneller als das Leinen, gemischte Fäden werden daher verdünnt, rein baumwollene Fäden ganz entfernt. Gefärbte Muster werden am besten zuerst entfärbt und gebleicht.

Schießbaumwolle. Die Schießbaumwolle (Schießwolle, explosive Baumwolle, Pyroxylin) wurde im Jahre 1846 von Schönbein entdeckt, welcher ankündigte, daß dieselbe an Kraft das beste Pulver fast um das Vierfache übertreffe, weder Rückstand noch Rauch gebe, wenig Kosten und Vorrichtungen zu ihrer Darstellung erfordere und bei dieser keine Gefahr veranlasse. Schönbein vereinigte sich mit Böttger in Frankfurt a. M., der dieselbe Substanz unabhängig von dem ersten entdeckt hat. Beide aber Darstellung. veröffentlichten ihr Verfahren nicht. Knop in Leipzig beschrieb eine Methode zur Darstellung der Schießbaumwolle, die jetzt die allgemein angewendete ist. Man nimmt nach dieser Vorschrift gleiche Theile käufliche englische Schwefelsäure (von 1,75 — 1,8 spec. Gew.) und gewöhnliche rauchende Salpetersäure, mischt beide Flüssigkeit in einer Porcellanschale und taucht dann in die Flüssigkeiten so viel Baumwolle, als die Flüssigkeit aufzunehmen vermag, bedeckt das Gefäß mit einer Glasplatte und läßt das Ganze bei gewöhnlicher Temperatur einige Minuten lang stehen. Darauf nimmt man die Baumwolle heraus, wäscht sie mit kaltem Wasser, trocknet sie in warmer Luft und krämpelt sie nach dem Trocknen, um alle zusammengeballten Theile zu zertheilen. Die Baumwolle darf nicht zu lange Zeit in dem Säuregemisch stehen bleiben, weil sie sich sonst unter heftiger Entwickelung rother Dämpfe auflösen würde. Die in der Pulverfabrik zu Paris hinsichtlich der vortheilhaftesten Fabrikation der Schießbaumwolle angestellten Versuche führten zu folgenden Erfahrungssätzen: 1) gleiche Theile Schwefel- und Salpetersäure und gereinigte Baumwolle, 2) die beste Zeitdauer scheint 10 — 15 Minuten zu sein, 3) das einmal gebrauchte Gemisch kann nochmals benutzt werden, dann aber ist die Baumwolle eine längere

Zeit einzutauchen, 4) das Präparat muß langsam getrocknet werden, namentlich darf man dasselbe, so lange es feucht ist, keiner höheren Temperatur als 100° aussetzen, 5) durch Imprägniren mit Salpetersäure erhält die Baumwolle noch mehr Kraft.

Eigenschaften der Schießbaumwolle. Die Schießbaumwolle hat das Ansehen gewöhnlicher Baumwolle und ist selbst unter dem Mikroskop nicht von derselben zu unterscheiden. Sie fühlt sich aber rauher an und hat an Elasticität verloren; sie ist in Wasser, Alkohol und Essigsäure unlöslich, schwer löslich in reinem Aether, leicht löslich in alkoholhaltigem Aether und Essigäther. Bei längerem Aufbewahren erleidet die Schießbaumwolle eine freiwillige Zersetzung, die sogar mit einer Selbstentzündung endigen kann; bei dieser Zersetzung entwickeln sich Wasserdämpfe und salpetrige Säure, und der zurückbleibende Theil enthält Ameisensäure. Die Angaben über die Temperatur, bei welcher die Schießbaumwolle sich entzündet, sind nicht übereinstimmend. Häufig läßt sich die Schießbaumwolle bei 90 — 100° ohne Gefahr der Entzündung trocknen, während die Entzündung schon bei 43° vorgekommen sein soll. Die Explosion aber eines kleinen mit Schießbaumwolle angefüllten Magazins im Bois de Vincennes bei Paris, das an einem Tage stark von der Sonne beschienen wurde, so wie die fürchterlichen Explosionen in le Bouchet und in Faversham, wo die Temperatur des Trockenraumes nicht über 45—50° steigen konnte, machen die größte Vorsicht beim Trocknen und der Aufbewahrung der Schießbaumwolle nothwendig. Sie entzündet sich ferner durch starken Stoß und Schlag, und hinterläßt nach der Verbrennung keine Spur von Rückstand. Auf gekörntem Schießpulver abgebrannt, entzündet sie dasselbe nicht. Die Schießbaumwolle ist sehr hygroskopisch, und läßt sich selbst längere Zeit unter Wasser aufbewahren, ohne ihre explosiven Eigenschaften einzubüßen. Nach den besten Analysen hat die Schießbaumwolle die Formel:

$$C_{12}\,H_7\,N_3\,O_{22} = C_{12}\left\{\begin{matrix} H_7 \\ 3\,NO_4 \end{matrix}\right\} O_{10};$$

sie ist demnach zu betrachten als Baumwolle $C_{12}\,H_{10}\,O_{10}$, in welcher 3 Aequiv. Wasserstoff durch 3 Aequiv. Untersalpetersäure ersetzt worden sind. Wenn wir von der Schwefelsäure, deren Anwendung zur Darstellung der Schießbaumwolle durch ihre wasserbildende Eigenschaft bedingt ist, absehen, so läßt sich die Umwandelung der Baumwolle in Schießbaumwolle durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\underbrace{C_{12}\,H_{10}\,O_{10}}_{\text{Baumwolle}} + 3\,NO_5 = \underbrace{C_{12}\,H_7\,(NO_4)_3\,O_{10}}_{\text{Schießbaumwolle.}} + 3\,HO.$$

Aus 100 Th. Baumwolle erhält man gewöhnlich 169 — 178 Th. trockne Schießbaumwolle. Der Theorie nach sollte man 180 Th. erhalten. Die Zersetzungsproducte der entzündeten Schießbaumwolle sind im luftleeren Raume Stickstoffoxyd, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Wassergas und Stickstoffgas; im lufterfüllten Raume mit Ausnahme von Stickstoff und Kohlenwasserstoffgas dieselben Körper, außerdem aber noch salpetrige Säure und Cyan.

Schießbaumwolle als Ersatzmittel des Schießpulvers.

Die Anwendung der Schießbaumwolle anbelangend, so scheint es, als ob sich dieselbe als Ersatzmittel für das Schießpulver nicht practisch erweisen wollte. Obgleich es den Anschein hat, als wäre die Schießbaumwolle ihrer Leichtigkeit, Reinlichkeit, der Gefahrlosigkeit des Transports wegen, dem Schießpulver vorzuziehen, so liegen doch bedeutende Unbequemlichkeiten in ihrem großen Volumen und den damit verbundenen Schwierigkeiten des Transports, so wie in der Erzeugung einer großen Menge von Feuchtigkeit (Wasser und salpetriger Säure) in dem Rohre, welche beim Schuß nachtheiliger als der feste Pulverrückstand wirkt. Im stark comprimirten Zustand wirkt die Schießbaumwolle durchaus nicht; sie ist demnach zu Zündern, Raketen u. s. w. nicht anwendbar. Die günstigsten Resultate wurden bei der Anwendung der Schießbaumwolle zum Sprengen erhalten. Einigen Versuchen zufolge ersetzt ein Theil Schießbaumwolle 6 — 11 Theile Schießpulver.

Fernere Anwendung der Schießbaumwolle.

Pélouze empfiehlt die Schießbaumwolle mit chlorsaurem Kali gemengt zur Füllung der Zündhütchen, die so dargestellten Zündhütchen sind aber weder sicher noch kräftig genug. Derselbe Chemiker stellte ferner die Idee auf, daß es möglich sein dürfte, Schießbaumwolle als Nahrungsmittel anzuwenden, indem man stickstofffreie Substanzen durch Behandeln mit Salpetersäure in stickstoffhaltige umwandelt.

Collodium.

Maynard benutzt die Auflösung der Schießbaumwolle in Aether als klebendes Mittel und bezeichnet dasselbe mit dem Namen Collodium. Diese Lösung ist von Syrupsconsistenz. Bringt man dieselbe als dünnen Ueberzug auf die Haut, so bildet sich durch Verdunsten des Aethers eine fest anhängende, undurchdringliche Schicht. Sie dient in der Chirurgie als Klebmittel, zur Anfertigung von kleinen Luftballons, in

der Photographie und zum luft- und wasserdichten Verschluß über andere Körper. Payen und Poinsot schreiben vor, die Schießbaumwolle behufs der Fabrikation des Collodiums auf folgende Weise darzustellen. Man mischt 1 Th. getrockneten Salpeter mit 3 Th. concentrirter Schwefelsäure und taucht in dieses Gemisch nach und nach die Baumwolle. Man läßt dieselbe 1—2 Stunden lang in dem Gemisch, entfernt sie dann und wäscht sie aus. Die trockne Schießbaumwolle löst man in Aether auf, der 8 Proc. Alkohol enthält.

Anhang zur Schießbaumwolle. Durch gleiches Behandeln mit dem oben erwähnten Säuregemisch kann man auch Werg, Holzspäne, Stroh, Zucker, Stärke und besonders Mannit explosiv machen. Der letztere (Knallmannit) wird in der Folge erwähnt werden*).

Papierfabrikation.

Papierfabrikation. In den ältesten Zeiten wendete man Stein, Metall, Holz und ähnliche Gegenstände an, um darauf durch Zeichen Gedanken mitzutheilen. Später benutzte man zu diesem Zwecke Häute und Baumblätter, vorzüglich die Blätter des Palmbaums. 600 J. v. Ch. jedoch fing man in Aegypten an, Papier aus den bastartigen, fest auf einander geleimten Häuten des Papyrus-Schilfs (Cyperus papyrus) zu verfertigen. Am Ende des 11. Jahrhunderts n. Ch. erfand man das Baumwollenpapier und erst gegen das Ende des 13. Jahrhunderts fabricirte man das Papier aus leinenen Lumpen. Jetzt bedient man sich als Rohmaterial für die Papierfabrikation allgemein leinener und baumwollener Lumpen, und zwar der ersteren für feinere Papiere (Schreib- und Druckpapier), der letzteren für ordinäre Sorten (Fließ- und Packpapier) und Pappe. Ein Gemenge von

*) Wenn man nach Vohl Schießbaumwolle in Aetzkali löst, zu der Lösung etwas salpetersaures Silberoxyd und so viel Ammoniak setzt, daß das anfänglich ausgeschiedene Silberoxyd sich wieder löst, so nimmt die Flüssigkeit in einigen Minuten eine braune Färbung an und das Silber schlägt sich auf der Oberfläche des Glases metallisch nieder. Der so erzeugte Metallspiegel ist weit schöner und gleichförmiger, als der mittelst ätherischer Oele (vergl. Seite 232) und Aldehyd-Ammoniak erzeugte; es ist daher sehr wahrscheinlich, daß das Verfahren selbst die Belegung mit Quecksilber und Zinn verdrängen wird. Alle organische Substanzen, die durch Salpetersäure explosiv werden können, besitzen die Eigenschaft, in ihrer alkalischen Lösung Silber aus Flüssigkeiten metallisch zu fällen.

4 Th. leinenen und 1 Th. baumwollenen Lumpen wird zum Lithographiepapier benutzt, das schwammig und wassereinsaugend sein muß.

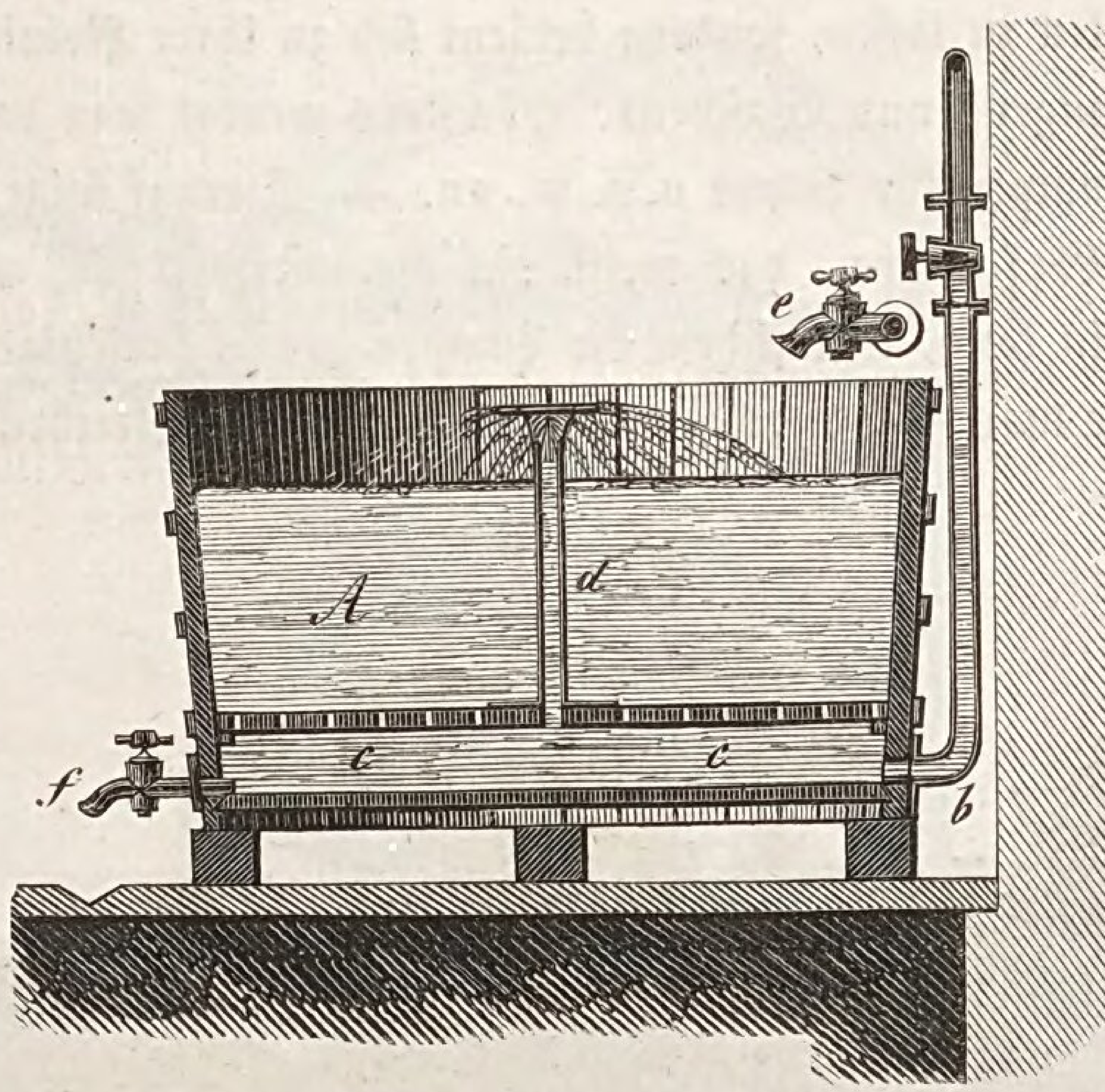
Sortiren der Lumpen. Zerschneiden derselben.

Behufs der Papierfabrikation werden die Lumpen zunächst nach dem Grade der Feinheit ihres Gewebes sortirt und namentlich die gefärbten von den ungefärbten getrennt. Darauf werden dieselben zwischen zwei Messern, dem Lumpen- oder Haderns chneider, der im Wesentlichen einer Häckerling- oder Tabakschneidemaschine gleicht, in kurze, ungefähr zollbreite Stücke zerschnitten. Die zerschnittenen Lumpen werden sodann durch Herumdrehen in einem Drahtcylinder aufgelockert und vom Staube befreit, und darauf ausgelaugt und gewaschen.

Waschen u. Auslaugen derselben.

Dies geschieht entweder durch reines Wasser oder durch eine Lösung von Potasche, kohlensaurem Natron oder Aetznatron. Zu diesem Zwecke wendet man 1—2 Th. Aetznatron auf 100 Th. Lumpen an, befeuchtet dieselben mit der Lösung des Natrons in Wasser und bringt sie in hölzerne Auslaugebottiche A (Fig. 68). Die Lauge wird vermittelst der Röhre b erwärmt,

Fig. 68.

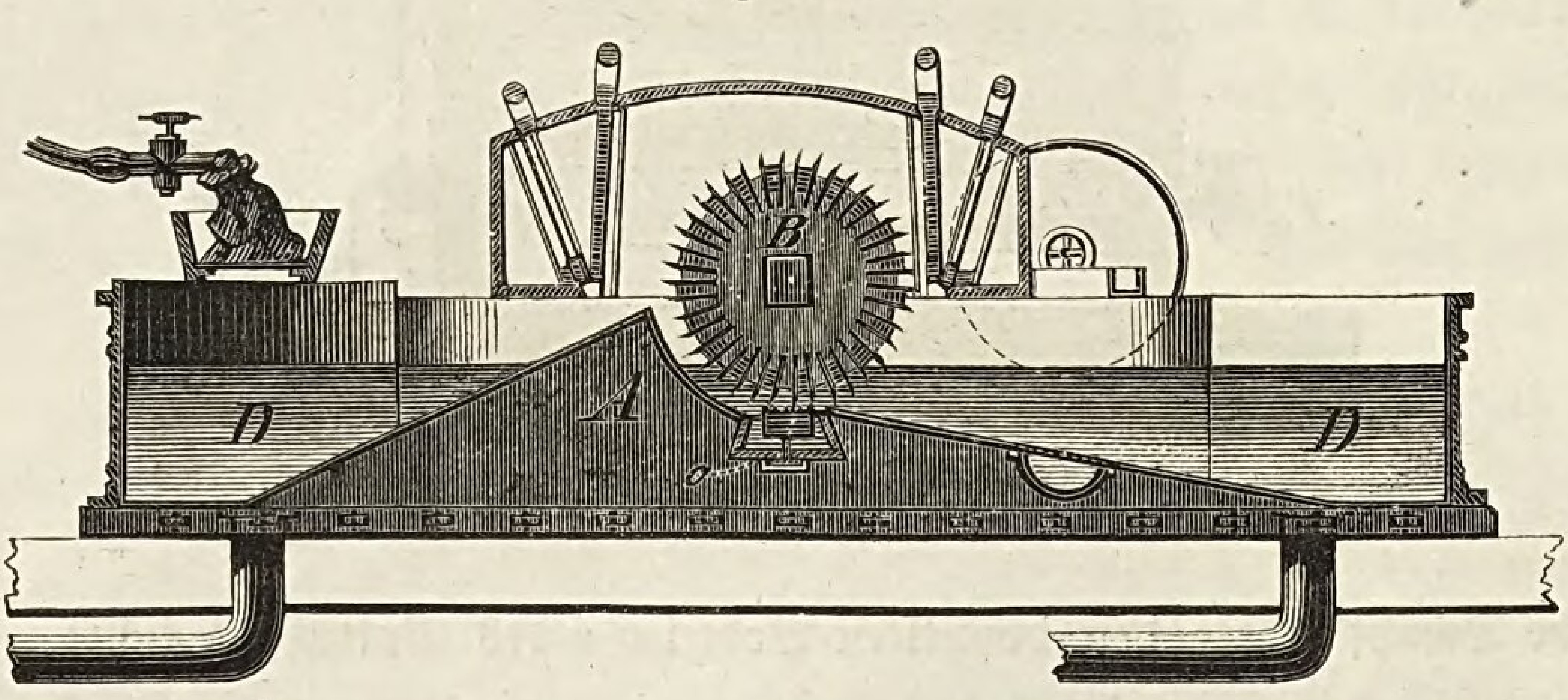


welche Dampf unter den doppelten Boden c c des Bottichs A führt. Die heiße Flüssigkeit steigt durch das Rohr d durch die Lumpen hindurch, verbreitet sich auf der Oberfläche derselben und dient auf diese Weise zur Reinigung der Lumpen. Der Hahn e dient zum Zuführen von Wasser, der

Hahn f zum Ablassen der benutzten Lauge. Nach vollendetem Auslaugen, was nach 4—6 Stunden der Fall ist, zieht man die Lauge ab und ersetzt dieselbe durch siedendes Wasser. Die abgezogene Lauge wird zum Auslaugen einer neuen Quantität Lumpen benutzt. Nach dem Auslaugen und vollständigem Auswaschen werden die Lumpen zertheilt, um den Zusammenhang der Faser aufzuheben, damit die noch vorhandenen Fasertheile sich nun zu einem filzartigen Gewebe vereinigen können. Um diesen Zusammenhang aufzuheben, werden die Lumpen entweder einer Gährung unterworfen oder sie werden durch mechanische Hülfsmittel auf der Papiermühle zerkleinert. Behufs der Gährung werden die Lumpen in Tröge mit Wasser eingeweicht und an einen warmen Ort gebracht, an welchem sie sich allmälig erhitzen und einen üblen Geruch entwickeln. Wenn die Oberfläche der Lumpen sich mit Schimmel bedeckt, wird die Gährung unterbrochen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die gegohrenen Lumpen sich besser zertheilen lassen, als die nicht gegohrenen. Setzt man aber die Gährung zu lange fort, so wird auch die Pflanzenfaser zerstört und die Lumpen wesentlich verschlechtert. Man pflegt jetzt wegen des dabei stattfindenden beträchtlichen Verlustes die Lumpen selten noch faulen zu lassen, sondern bedient sich zu ihrer Reinigung des erwähnten Auslaugens und Waschens. Höchstens wendet man das Verfahren bei gröberen Lumpen für Pappe u. s. w. an. — Darauf folgt das Zerkleinern in dem Geschirre, das meist ein Hammerwerk ist, aber auch ein Stampfwerk sein kann, in welchem die Lumpen bis zu derjenigen Masse zermalmt sind, die man Halbzeug nennt. Die weitere Zertheilung geht in

Zertheilung der Lumpen.

Fig. 69.



Holländer.

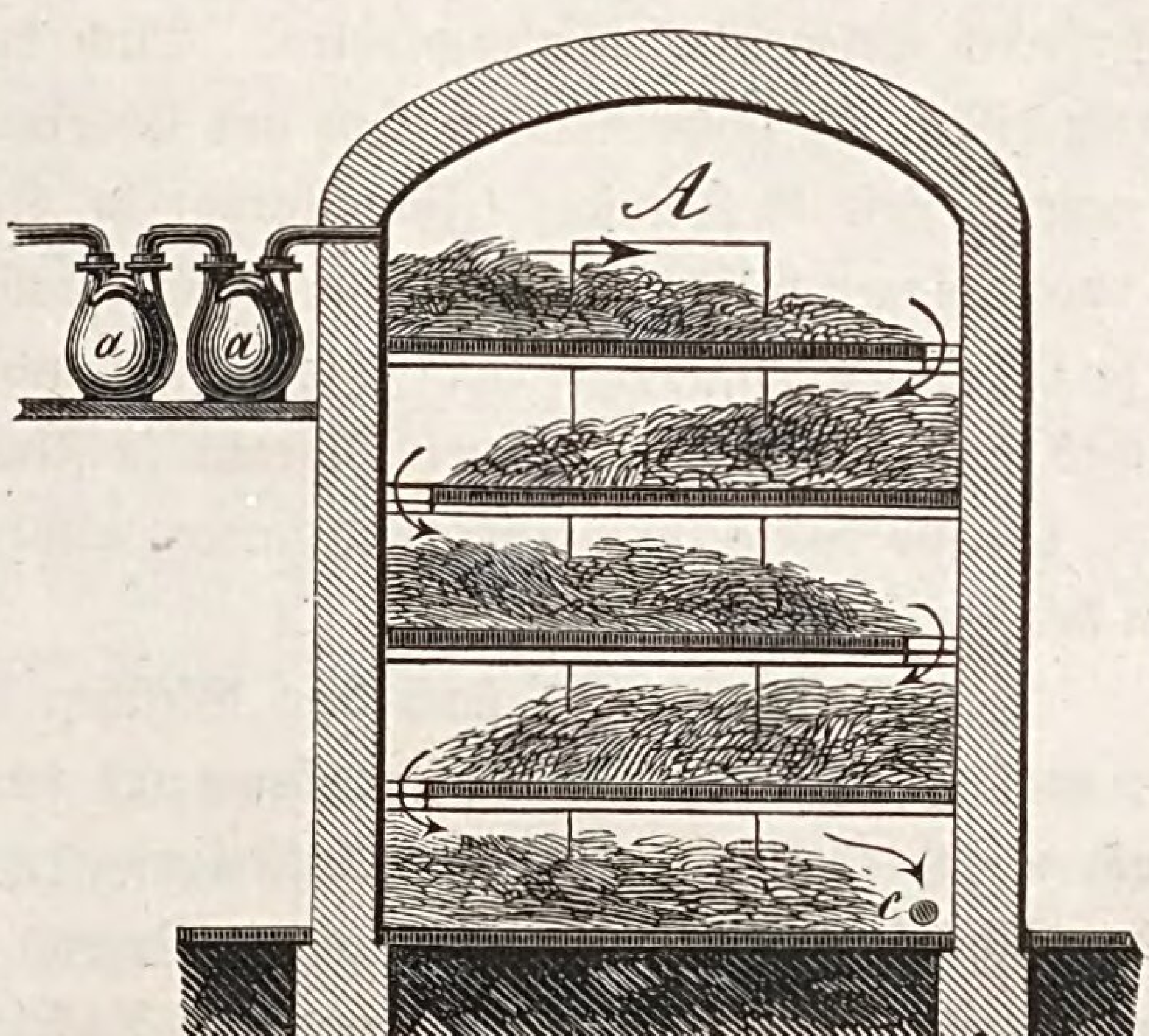
dem Holländer vor sich. Letzterer (Fig. 69) ist ein längliches, aus starken Bohlen zusammengesetztes Faß, in dessen Mitte sich eine

Scheidewand A befindet, welche ihn der Länge nach in zwei Theile theilt. In der einen Abtheilung befindet sich eine Walze B, die ringsherum mit eisernen Schienen besetzt ist und unter der Walze ein eichener Block o, der ebenfalls mit Schienen besetzt ist, die mit denen der Walze spitze Winkel bilden. Die Walze selbst ist verstellbar. In das Faß und über die Walze läuft fortwährend Wasser, das durch ein am Boden befindliches Doppelsieb bei D abläuft, ohne etwas von der Lumpenmasse mitzunehmen. Durch die Bewegung der Walze werden die Fasern vollständig zerrissen und das Halbzeug geht in Ganzzeug über. In vielen Fabriken verwandelt man erst auf dem Holländer die Masse in Halbzeug und dann durch Stellen der Walze in Ganzzeug. Nach Verlauf von 2 Stunden sind die Lumpen hinreichend zerkleinert. Gewöhnlich wird die halb zerkleinerte Masse, wenn sie zur Fabrikation von weißem Papier bestimmt ist, gebleicht. Das Bleichen

Bleichen der Papiermasse.

der Papiermasse geschieht entweder mit einer Auflösung von Chlorkalk oder vermittelst gasförmigen Chlors. Nach der letzten Art

Fig. 70.



bedient man sich eines Apparates, wie ihn beistehende Fig. 70 zeigt. Das nach dem auf Seite 53 angegebenen Verfahren dargestellte Chlor wird zuerst zur Reinigung in die Waschflaschen a a und dann durch die Röhre in eine hölzerne Kammer A geleitet, in welcher sich die Papiermasse auf 5—6 über einander liegenden Etagen befindet. Diese Etagen haben an der einen Seite

Oeffnungen, damit das Chlorgas herabsteigen kann, wie es in der Zeichnung durch die Pfeile angegeben worden ist. Das überschüssige Chlor entweicht durch die Oeffnung c in einem Behälter, in dem sich ebenfalls Papiermasse befindet. Die gebleichte Papiermasse wird durch eine Seitenöffnung aus der Kammer entfernt, mit Wasser gewaschen, um die während des Bleichens entstandene Salzsäure zu entfernen, und die letzte Menge von freiem Chlor zersetzt. Alle diejenigen Stoffe, welche man in

Antichlor. der Papierfabrikation verwendet, um das Chlor zu entfernen oder mindestens in eine unschädliche, leicht auszuwaschende Verbindung überzuführen, bezeichnet man mit dem Namen Antichlor. Zuerst ist eine alkalische Lösung von schwefligsaurem Natron vorgeschlagen worden; es bilden sich Kochsalz und schwefelsaures Natron, welche beiden Körper leicht auszuwaschen sind.

Alkalisches schwefligsaures Natron $SO_2 + 2\ NaO$ und freies Chlor Cl	geben	schwefelsaures Natron NaO, SO_3 und Kochsalz $Cl\ Na$.

Später wurde unterschwefligsaures Natron (S_2O_2, $2\ NaO$) und für geringere Papiersorten Schwefelcalcium empfohlen. Auch bei Anwendung dieser Substanzen bilden sich schwefelsaures Salz und Chlormetall.

In der neueren Zeit ist Zinnsalz (Zinnchlorür) in Salzsäure gelöst als Antichlor vorgeschlagen worden; seine Anwendung beruht darauf, daß Zinnchlorür ($Sn\,Cl$) durch Aufnahme von Chlor in Zinnchlorid ($Sn\,Cl_2$) übergeht, welches letztere durch kohlensaures Natron in Zinnoxyd ($Sn\,O_2$) verwandelt wird, das als vollkommen weißer und zarter, mithin unschädlicher Niederschlag in der Papiermasse bleibt.

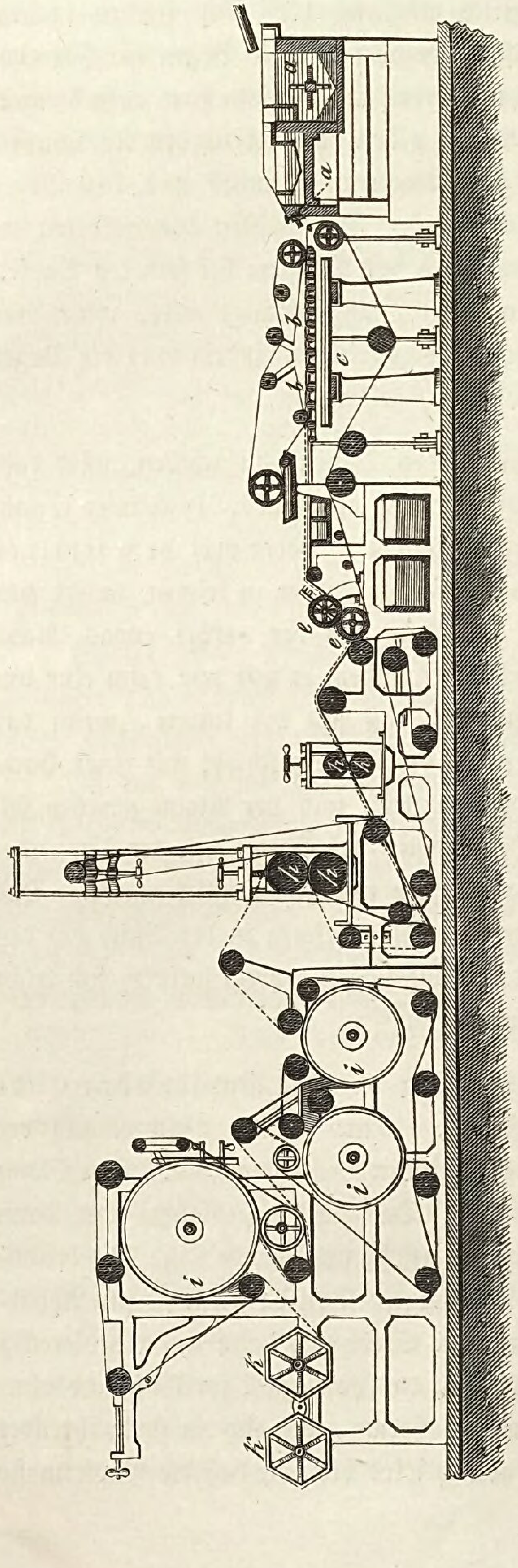
Schöpfen der Papiermasse. Das Ganzzeug wird nach dem Bleichen in die Schöpfbütte gebracht, in welcher es durch Dampf erwärmt und durch eine Rührvorrichtung suspendirt erhalten wird. Zur Anfertigung der Bogen taucht der Arbeiter (der Schöpfer) mit einer der Form des Bogens entsprechenden Drahtform, welche aus der eigentlichen Form und dem Deckel besteht, in die Bütte und schöpft mit demselben Papiermasse. Das Wasser läuft durch den siebförmigen Bogen, während die Fasertheilchen aneinander hängen und sich als ein dünnes gleichförmiges Blatt auf demselben ausbreiten. Ein anderer Arbeiter (der Gautscher) legt den erhaltenen Bogen auf einen Filz und bedeckt ihn mit einem solchen. Auf diese Weise wird fortgefahren, bis 181 Bogen zwischen Filz eingelegt worden sind. Ein solches Paquet

(Pauscht genannt) kommt unter die Presse, um das Wasser aus den Bogen heraus, und die Bogen selbst zugleich möglichst dicht und fest zu pressen. Der Pauscht wird dann auseinandergenommen und die Bogen für sich ohne den Filz nochmals gepreßt. Darauf werden sie auf Schnüren aufgehangen, getrocknet. 3 Pauscht = 543 Bogen geben nach Abzug des Ausschusses, 1 Rieß (20 Buch) Papier, d. i. 500 Bogen ungeleimtes und 480 Bogen geleimtes Papier. 1 Ballen = 10 Rieß. Die meisten Papiersorten erhalten die erforderliche Glätte schon durch das Pressen; bei feineren Papiersorten, bei denen ein sanfter seidenartiger Glanz verlangt wird, pflegt man die Glätte durch das Satiniren hervorzubringen, indem man die Bogen zwischen glatte Walzen (Satinirwalzwerk) gehen läßt.

Leimen des Papiers. Um die Capillarität des Papiers aufzuheben, wird dasjenige, das zum Schreiben und Zeichnen und als feines Druckpapier benutzt werden soll, geleimt. Das Leimen geschieht entweder mit dem fertigen Papier oder in der Bütte. Um das fertige Papier zu leimen, taucht man die Bogen durch eine Auflösung von Leim, zu der vorher etwas Alaun gesetzt worden ist. Der Alaun verhindert, indem er mit dem Leim eine unlösliche chemische Verbindung eingeht, daß sich der letztere, wenn das Papier naß wird, löst. Das Leimen in der Bütte geschieht mit einer Harzseife, Alaun und Stärkemehl. Die Harzseife und der Alaun zersetzen sich gegenseitig; es bildet sich eine Verbindung des Harzes mit der Thonerde, die in Wasser unlöslich ist und das Papier undurchdringlich macht. Das Stärkemehl dient als Verdickungsmittel. Das Leimen in der Bütte hat den Nachtheil, daß die Filze, zwischen denen die Bogen gepreßt werden, sich leicht verschmieren und häufig erneuert werden müssen.

Maschinenpapier. Das Maschinenpapier oder das Papier ohne Ende wird durch Maschinenkraft angefertigt. Eine genaue Beschreibung der Fabrikation desselben gehört der mechanischen Technologie an. Der Gang derselben ist im Allgemeinen folgender: Das vorher gebleichte und dann geleimte Ganzzeug ist in einem Kasten a (siehe umstehende Fig. 71) befindlich, in welchem sich eine Flügelwelle bewegt. Von da fließt es zur Abhaltung aller gröberen Theile durch mehrere Siebe und dann auf ein viereckig geformtes Gewebe von Messingdraht b b, das horizontal fortläuft und ohne Ende ist. Es läuft um den Rahmen c herum, der sich in fortwährender rüttelnder Bewegung befindet. Dadurch wird bewirkt, daß die Papiermasse

Fig. 71.



sich gleichmäßig ausbreite und einen Theil ihres Wassers verliere. Dann trennt sich das Papier von dem Drahtgewebe und gelangt zwischen mit Filz überzogene Walzen e e, sodann zwischen gußeiserne Cylinder h h, h h, zwischen welchen es gepreßt und von dem größten Theile des Wassers befreit wird. Endlich gelangt es zwischen mit Dampf geheizte metallene hohle Walzen i i i, wodurch es nochmals gepreßt, getrocknet und geglättet wird. Das Papier windet sich an zwei Rollen k k auf und wird durch eine mit der Maschine in Verbindung stehende Schneidevorrichtung in Bogen zerschnitten. Gewöhnlich ist das Maschinenpapier ohne Wasserzeichen; dieselben lassen sich aber, wenn es verlangt wird, nachträglich entweder sogleich auf der Maschine durch Eindrücken vermittelst einer Walze, oder noch besser auf dem trocknen Papier während des Satinirens anbringen.

Filtrirpapier. Das bei chemischen Operationen so unentbehrliche schwedische Filtrirpapier wird mit besonders ausgesuchten leinenen Lumpen und Quellwasser zu Fahlun und Lessebo in Schweden dargestellt,

das fast keine mineralischen Bestandtheile enthält. 1000 Th. Papier hinterlassen nach dem Verbrennen 1,962—2,16 Th. Asche; das in Deutschland gefertigte sogenannte schwedische Filtrirpapier hinterläßt 0,33 Proc. Asche. Es läßt sich dasselbe sehr gut ersetzen, wenn man die aus gewöhnlichem weißen Filtrirpapier gefertigten Filter längere Zeit mit Salzsäure digerirt und dann mit destillirtem Wasser auswäscht.

Bläuen des weißen Papiers. Da selbst die gebleichten Lumpen einen noch gelblichen Schimmer haben, und Weiße zu den vorzüglichsten Eigenschaften des Papiers gehört, so pflegt man dem Ganzzeug eine blaufärbende Substanz zuzusetzen, die als Complementärfarbe des Gelben, Weiß erzeugen muß. Man bedient sich zu diesem Zwecke des Berliner Blaus, der Smalte, des Kobaltultramarins, des gewöhnlichen Ultramarins oder einer blauen Kupferfarbe. Berliner Blau wird zum Bläuen der ordinären Papiersorten benutzt, da das damit gebläute Papier leicht einen Stich ins Grünliche oder Röthliche annimmt. Die Smalte macht, da sie (vergl. Seite 170) nichts als fein gemahlenes Glas ist, das Papier etwas rauh und die Schreibfedern leicht stumpf; sie giebt aber ein schönes und das haltbarste Blau. Kobaltultramarin findet selten Anwendung, desto häufiger aber das gewöhnliche Ultramarin, von welchem man auf 100 Pfund trockne Papiermasse je nach der Stärke der Bläuung $\frac{1}{2}$— $1\frac{1}{2}$ Pfund zusetzt. Durch Säuren und durch Chlor wird das Ultramarin entfärbt; daher muß es der Masse nach dem Bleichen und vollständigen Auswaschen der Rückstände der Bleichmaterialien angewendet werden.

Gefärbte Papiere. Die gefärbten Papiere werden entweder dadurch dargestellt, daß man schon farbige Lumpen anwendet (naturfarbige Papiere wie das braune Packpapier), oder das aus halbweißen Lumpen bereitete Ganzzeug in der Bütte färbt (im Zeug gefärbte Papiere wie das Zuckerpapier). Zur Fabrikation der letzteren nimmt man nach Payen auf 100 Pfund trockne Papiermasse folgende Substanzen, zu

Gelb { 5 Pfund essigsaures Bleioxyd
30 Loth rothes chromsaures Kali

Blau { 5 Pfund Eisenvitriol
3 Pfund gelbes Blutlaugensalz

Grün { 6 Pfund Blau
2 Pfund Gelb.

zur Erzeugung von Violett Blauholzextract, zu Feinroth Krapplack u. s. w. In der Fabrikation der bunten Papiere bereitet man Lösungen mineralischer oder vegetabilischer Farbstoffe nach den Regeln der Färberei, oder rührt feine erdartige Farben (Deckfarben) mit einer klebrigen Flüssigkeit an, und trägt diese Flüssigkeiten mittelst eines Schwammes oder einer Bürste auf das Papier auf, wenn nur eine Seite gefärbt werden soll, oder giebt den Bogen sogleich durch die gefärbte Flüssigkeit.

Maroquin-Papier. Das gemusterte oder Maroquinpapier wird durch Pressen von stark geleimtem Papier zwischen Bronzecylindern, von denen auf dem einen das Muster gravirt ist, dargestellt.

Pappe. Die Pappe (Pappdeckel) wird aus groben, leinenen oder hanfenen Lumpen, die graue Pappe auch aus wollenen Lumpen fabricirt. Häufig wendet man dazu auch Abfälle der Buchbinder, alte Pappe, Karten u. s. w. an. Die Vorbereitung ist dieselbe, wie bei der Papierfabrikation. Bei dem Schöpfen bedient man sich entweder hoher Formen, so daß bei einem einmaligen Schöpfen die gehörige Masse von Pappe herausgeschöpft werden kann (geschöpfte Pappe), oder man schöpft dünne Bogen, die aufeinander gelegt und durch Pressen zwischen Filz vereinigt werden (gegautschte Pappe). Die aus leinenen oder hanfenen Lumpen gefertigte Pappe wird durch Glätten zwischen stählernen Cylindern oder durch Reiben mit polirtem Achat oder Feuerstein in Glanzpappe verwandelt. Die festeste und glänzendste Sorte von Glanzpappe sind die Preßspähne, die von den Tuchmachern zum Pressen des Tuches und von den Typographen zum Pressen der gedruckten Bogen benutzt werden. Die geleimte Pappe (Kartenpapier) entsteht durch Aufeinanderkleben von 2—12 Bogen geleimten Papieres mittelst Mehlkleister oder Leim, worauf man stark preßt.

Steinpappe. Die in der neuesten Zeit häufig zu Verzierungen von Zimmern angewendete Steinpappe (Carton-pierre) wird aus Ganzzeug, einer Leimlösung, gepulvertem Cement, Thon und Kreide gebildet.

Papiermaché. Der Papiermaché wird durch Kochen von Papier in Wasser und Versetzen des entstandenen Breies mit Gummi- oder Leimlösung erhalten. Die dickliche Masse wird in hölzerne mit Oel ausgestrichene Formen gegossen. Nach dem Austrocknen nimmt man die Gegenstände aus den Formen, bemalt und lackirt sie. Sehr häufig versetzt man die Masse mit weißem Sande, Kreide oder Thon.

Stärke.

Stärke, Vorkommen derselben

Die Stärke, das Stärkemehl, Satzmehl oder das Amylum ist wohl derjenige Stoff, der am weitesten im Pflanzenreiche verbreitet ist. In größerer Menge findet sich derselbe in den Samen der Cerealien, in den Linsen, Bohnen, Erbsen, im Hirse, in vielen Wurzeln und Knollen, wie in den Kartoffeln, dem Helianthus tuberosus, der Bryonia alba, dem Colchicum autumnale, im Marke mehrerer Palmenarten u. s. w. Die Stärke besteht aus glänzenden, weißen, zwischen den Fingern knirschenden Körnchen. Unter dem Mikroskop erscheinen dieselben meist eiförmig und zeigen in der Mitte einen Kern (den Nabelkern), der mit concentrischen Schichten umgeben ist. Nach Außen sind die Schichten meistentheils wasserarm und dichter, nach Innen wasserhaltig und gallertartig. Die Form und Größe der Stärkekörnchen ist je nach der Pflanze, aus welcher man die Stärke gewonnen hat, und je nachdem die Körnchen ausgewachsen sind oder nicht, sehr verschieden. Das Wachsen der Stärkekörner hat eine Grenze, die bei den verschiedenen Pflanzen auch eine durchaus verschiedene ist, so sind z. B. die größten Kartoffelstärkekörner ungefähr dreimal so lang als die größten Weizenstärkekörner. Payen hat die größten Dimensionen der Stärkekörner vieler Pflanzen bestimmt und dieselben in $^1/_{1000}$ Millimetern angegeben. Aus seinen Untersuchungen heben wir folgende Beispiele hervor:

Eigenschaften.

Stärkekörner aus	dicken Kartoffeln	185
„ „	gewöhnlichen Kartoffeln	140
„ „	Maranta indica	140
„ „	Bohnen	75
„ „	der Sagopalme	70
„ „	Linsen	67
„ „	Erbsen	50
„ „	Weizen	50
„ „	Mais	30

Die auf der folgenden Seite befindliche Fig. 72 zeigt verschiedene Arten von Stärkekörnchen. 1, 2 und 3 sind Körnchen aus der Kartoffel, 4 und 5 aus der Canna gigantea und 6 aus der Sagopalme. Im kalten Wasser löst sich die Stärke nicht auf, werden aber die Kügelchen mit

heißem Wasser übergossen, so quellen sie auf; es platzen die Schichten (Fig. 73) und die schwammige, voll Wasser gesogene Masse bildet den Kleister. Bringt man den Kleister auf Fließpapier, so kann man demselben das Wasser entziehen, er ist folglich keine Auflösung der Stärke im Wasser. Durch längere Zeit fortgesetztes Kochen mit Wasser löst sich die Stärke darin auf; ein Theil Stärke löst sich in 50 Th. Wasser, beim Erkalten der Lösung scheidet sich ungefähr die Hälfte in Form von Kleister ab. Die Stärke wird durch Jod eigenthümlich blau oder violett gefärbt. Die Stärke ist demnach ein Reagens auf freies Jod, während Jod umgekehrt angewendet wird, um die geringste Menge von Stärke nachzuweisen. Die chemische Zusammensetzung der Stärke wird durch die Formel $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$ ausgedrückt. Durch Rösten geht die Stärke in Stärkegummi (Dextrin), durch die Einwirkung von Säuren oder einer eigenthümlichen Substanz, der Diastase, zuerst in Dextrin und dann in Krümelzucker (Stärkezucker) über.

Fig. 72.

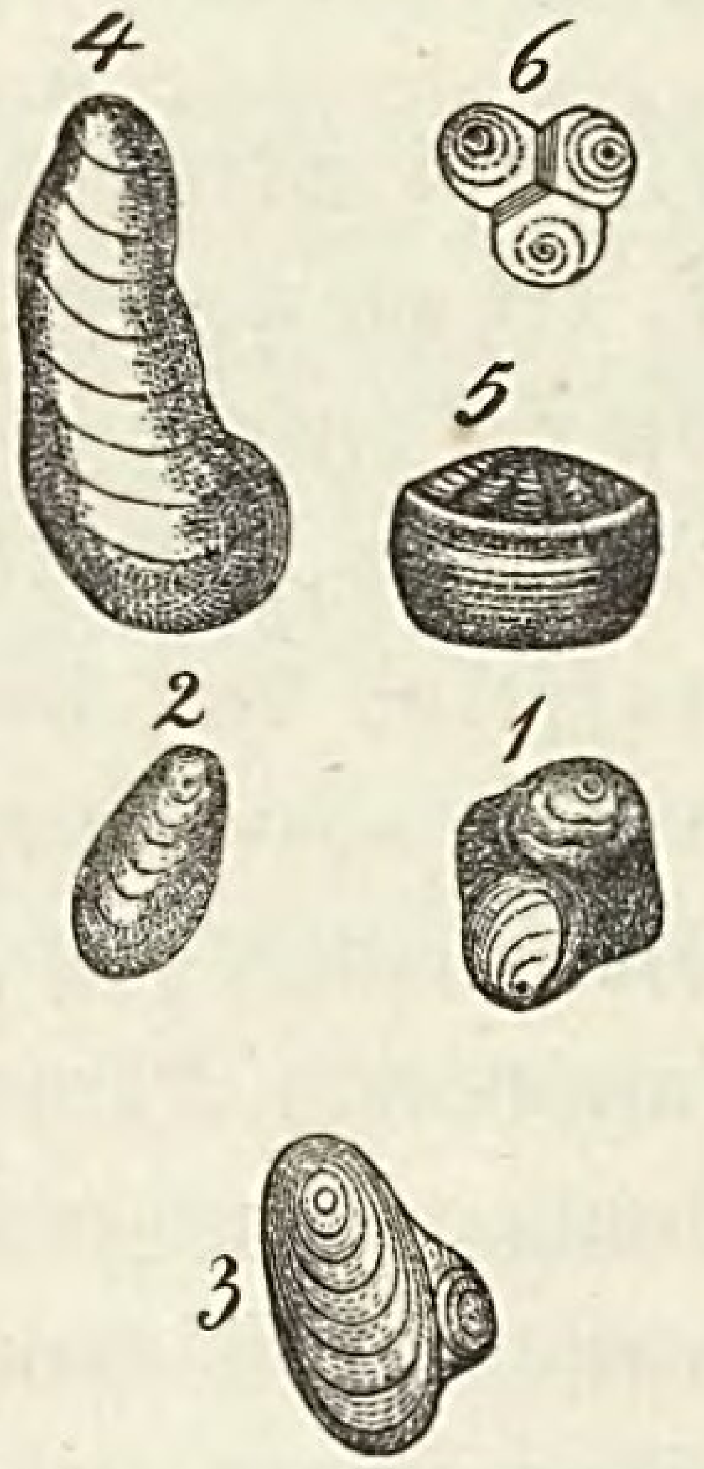
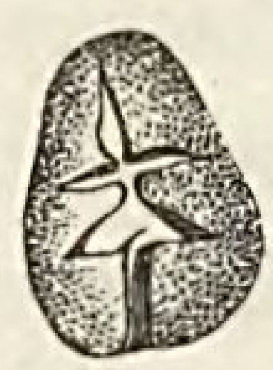


Fig. 73.



Gewinnung der Stärke

Von den bei uns einheimischen Pflanzen können nur die Getreidearten und namentlich Weizen und die Kartoffeln zur Bereitung der Stärke dienen. In außereuropäischen Ländern stellt man aus der Jatropha manihot die Tapioka, aus der Maranta indica das Pfeilwurzelmehl oder Arrow-root und aus der Sagopalme den Sago dar. Bei der Gewinnung der Stärke aus Weizen hat man dieselbe aus einer großen Menge Kleber auszuscheiden, während bei den Kartoffeln die Stärke in Zellen eingeschlossen ist, die außerdem nur wenig andere Stoffe enthalten.

aus Kartoffeln.

Der Abscheidung der Stärke aus den Kartoffeln muß eine Reinigung der Kartoffeln und eine darauf folgende Zerreißung der Zellen vorangehen. Die Kartoffeln enthalten im Allgemeinen in 100 Theilen:

Wasser	74,00
Stärkemehl	20,00
Holzfaser, Salze, Harz, Zucker 2c.	6,00
	100,00

Um annähernd den Gehalt einer Kartoffelvarietät an Stärkemehl zu bestimmen, schneidet man mehrere Knollen in Stücken, trocknet sie und zieht von dem erhaltenen Gewichte 6 Proc. der angewendeten Substanz ab. Der Rest giebt die Quantität des trocknen Stärkemehls an. — Das Waschen der Kartoffeln geht in der Waschtrommel vor sich, von da kommen dieselben auf den Reibecylinder, wo sie gegen eine Reibeisenfläche angedrückt werden. Während des Reibens fließt ein Strom Wasser auf den Reibcylinder, der im Verein mit der Centrifugalkraft den anhängenden Kartoffelbrei abwäscht. Der Brei sammelt sich in einem Reservoir an, von wo aus er durch eine Vaucanson'sche Gliederkette auf das Drahtsieb gebracht wird, auf welchem sich die Stärke von den andern Substanzen trennt. Die Trennung geschieht gewöhnlich auf die Weise, daß man Wasser in einem Regen über das Sieb strömen läßt, wodurch die Stärkekörnchen aus den offenen Zellen ausgewaschen werden und mit dem Wasser durch das Sieb fließen. Die milchähnliche Flüssigkeit fließt in Bottiche, in welchen die Stärke von Sand, Erde und anderen Unreinigkeiten durch Schlämmen getrennt wird. Sodann läßt man die gereinigte Stärke sich absetzen, suspendirt sie in neuem Wasser und läßt sie durch ein feines Drahtsieb gehen. Die abgelagerte Stärke wird darauf in Abtropfgefäße und alsdann auf eine Gypsschicht gebracht, auf welcher sie 6—8 Stunden lang bleibt. Die ziemlich trocknen Kuchen werden dann in Trockenstuben bei einer Temperatur getrocknet, die 40° nicht überschreiten darf. Nach beendigtem Trocknen enthält die Stärke noch 8—15 Proc. Feuchtigkeit.

Stärke aus Weizen.

Unter den Cerealien wendet man vorzugsweise den Weizen zur Stärkegewinnung an. Der Weizen enthält 58—75 Proc. Stärke. Früher pflegte man zur Abscheidung der Stärke die Weizenkörner zu schroten und mit Wasser einzuweichen, bis die Körner leicht zwischen den Fingern zerdrückt werden konnten, und dieselben darauf mit Wasser in Säcken so lange zu zerdrücken, als das Wasser noch trübe durchläuft. Aus der trüben Flüssigkeit setzt sich mit der Zeit das Stärkemehl mit Kleber gemengt ab. Indem man die Flüssigkeit einige Zeit lang auf dem Satze stehen läßt, tritt Gährung ein, wodurch ein kleiner Theil des Stärkemehls in Milchsäure verwandelt und der Kleber gelöst wird. Das Stärkemehl wird auf die oben angegebene Weise mit Wasser gewaschen und dann getrocknet. — Es ist leicht einzusehen, daß dieses Verfahren kein ökonomisches zu nennen, da der Stärkefabrikant ein werthvolles Nebenproduct, den

Kleber, verliert, die Rückstände überdies in Buttersäuregährung und zum Theil auch in Fäulniß übergegangen sind, so daß sie nur zur Mast der Schweine dienen können. Das neue von Edmund Martin aufgestellte Verfahren besteht darin, die Stärke zu gewinnen, ohne den Kleber zu verändern, der in der letzten Zeit wichtige Anwendungen gefunden. Zu diesem Zwecke macht man aus 100 Th. Mehl und 40—50 Th. Wasser entweder mit Hülfe der Hände oder vermittelst Knetmaschinen einen Teig, der, um sich vollständig zu wässern, 20—25 Minuten im Sommer, eine Stunde lang im Winter stehen muß. Darauf bringt man den Teig auf ein Drahtsieb, das auf einem Bottich steht und läßt Wasser darüber strömen, während eine nadelholzförmige Maschine den Teig rollt und ihm eine fortwährend erneuerte Oberfläche giebt, bis das ablaufende Wasser nicht mehr milchig aussieht. Man läßt die Stärke aus der Flüssigkeit absetzen, zieht das darüber stehende Wasser, das Dextrin, etwas Zucker und andere aus dem Weizenmehl gelöste Stoffe enthält, ab, rührt die am Boden des Gefäßes befindliche Stärke mit etwas Wasser an und läßt die Flüssigkeit an einem warmen Orte gähren, um die der Stärke anhängenden Klebertheile zu entfernen. Die Reinigung und Trocknung geschieht auf dieselbe Weise, wie nach dem alten Verfahren.

Kleber, Anwendung desselben. Nach der Methode von Martin erhält man aus 100 Th. Weizenmehl ungefähr 25 Proc. Kleber (Gluten) mit 38 Proc. Wasser. Man wendete zuerst den Kleber zur Fabrikation des Macaroni, der Nudeln u. dgl. an, indem man denselben mit gewöhnlichem Mehl und Wasser zu einem Teig knetete. Da der frische Kleber leicht fault und deshalb in diesem Zustande nicht versendet werden kann, so haben die Gebrüder Veron vorgeschlagen, den Kleber zu granuliren und dann zu trocknen. Dazu wird der frische Kleber mit der doppelten Gewichtsmenge Mehl zusammengeknetet, der Teig in lange Streifen ausgerollt und dieser sodann in die Form von Körnern gebracht, welche bei 30—40° getrocknet werden. Durch dazwischen gestreutes Mehl werden die Körner am Zusammenkleben verhindert. Nach dem Trocknen werden die Körner durch Sieben sortirt. Der gekörnte Kleber ist demnach ein Nahrungsmittel, das weit mehr nährende Substanzen enthält, als eine gleiche Menge Mehl oder Schiffszwieback.

Sago. Der bekannte Sago ist Stärke aus dem Marke der Sagopalme, das mit Wasser geknetet und ausgewaschen wird. Die aus dem Wasser abgeschiedene Stärke wird durch Siebe gedrückt, um sie zu körnen

und die gekörnte Stärke sogleich auf heißen Blechen getrocknet. Durch die Temperatur der Bleche wird die wasserhaltige Stärke in Kleister verwandelt. Dieser Umwandelung verdankt der Sago seine eigenthümliche durchscheinende Beschaffenheit. Der Sago hat die Eigenschaft, nicht wie Kleister beim Kochen mit Wasser zu zergehen, sondern nur aufzuquellen, so daß die Körner getrennt bleiben. Die rothe Farbe einiger Sagosorten soll von den rothen Hüllen der Stärkemehlkörnchen der Sagopalme herrühren. In Europa stellt man jetzt häufig Sago künstlich aus Kartoffelstärke dar.

Inulin und Lichenin. Man findet in einigen Pflanzen, wie in den Georginenknollen, der Alantwurzel, eine Stärkemehlart, das **Inulin** oder **Alantstärkemehl**, das sich von dem gewöhnlichen Stärkemehl dadurch unterscheidet, das es sich in siedendem Wasser löst und aus dieser Lösung beim Erkalten unverändert wieder abscheidet. Von Jod wird es nicht blau, sondern gelb gefärbt. Eine andere Art von Stärke findet sich in dem isländischen Moose, sie löst sich beim Kochen mit Wasser. Die Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer Gallerte. Man nennt diese Art Stärke **Lichenin** oder **Moosstärkemehl**. Inulin sowohl als Lichenin haben bis jetzt eine technische Anwendung nicht gefunden.

Anwendung der Stärke. In Substanz wird die Stärke angewendet zum Leimen des Papieres, zum Stärken der Wäsche, zum Appretiren, zur Darstellung des Stärkegummis, des Stärkesyrups und zur Fabrikation von Nudeln, künstlichem Sago u. s. w. Außerdem ist sie das gebräuchlichste Nahrungsmittel, das wir in Gestalt von Brot und den sogenannten Mehlspeisen genießen. Sie bildet ferner denjenigen Körper, aus welchem sich durch die Einwirkung gewisser Agentien Zucker und Alkohol erzeugt; sie ist also das Rohmaterial zur Erzeugung von Bier, Branntwein, Wein u. s. w.

Dextrin. Das **Dextrin** $C_{12}H_{10}O_{10}$ entsteht aus der Stärke durch Erhitzen derselben bis auf 150°, durch die Einwirkung von Säuren und der Diastase. Es hat seinen Namen von der Eigenschaft, die Polarisationsebene beträchtlich nach rechts (dexter) abzulenken. Es erscheint als eine dem arabischen Gummi ähnliche Masse, die sich aber von dem Gummi dadurch unterscheidet, daß seine Lösung durch Bleiessig nicht gefällt wird. In den meisten Fällen kann es aber das Gummi ersetzen. Das durch Rösten der Stärke dargestellte unreine Dextrin führt den Namen **Stärkegummi** oder **Leiocom**. Letzteres stellt man dar, indem man Stärke in

einem Oelbade und unter fortwährendem Umrühren und warmen Luftzuge bis auf 150° erhitzt. Reines Dextrin erhält man nach Payen und den Gebrüdern Heuzé, indem man 1000 Th. Stärke mit 2 Th. Salpetersäure, die mit 300 Th. Wasser verdünnt ist, anrührt, den Brei darauf an der Luft und zuletzt bei 110—120° trocknet. Das so erhaltene Dextrin hat das Ansehn und die Weiße der Stärke. Zuckerhaltiges Dextrin erhält man, wenn man 100 Th. Stärke und 5—8 Th. Gerstenmalz mit lauwarmem Wasser anrührt und dann bei einer Temperatur von 60—70° so lange digerirt, bis Jod die Flüssigkeit nicht mehr bläut, die Flüssigkeit darauf durchseiht und im Wasserbade bis zur Syrupsconsistenz verdampft. Das zuckerhaltige Dextrin findet hauptsächlich in Frankreich Anwendung in der feinen Bäckerei, bei der Bier- und Obstweinfabrikation und bei der Darstellung von einer Art englischen Pflasters. Das durch die Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf Stärke erhaltene Dextrin wird als Surrogat für das ungleich theurere arabische Gummi zum Appretiren, Stärken, in der Kattundruckerei als Leim, bei der Fabrikation farbiger Papiere, und in der neueren Zeit in der Chirurgie als Heftmittel beim Verbinden angewendet.

Zucker.

Zucker im Allgemeinen. Diejenige Substanz, die man mit dem Namen Zucker bezeichnet, kommt häufig im Pflanzenreiche vor. Haupteigenschaften des Zuckers, die alle Arten desselben gemein haben, sind der süße Geschmack, die Löslichkeit in Wasser und Alkohol, und die Zersetzbarkeit in der Hitze und durch gewisse Säuren. Die meisten Zuckerarten können unter dem Einflusse gewisser Agentien, namentlich von verdünnten Säuren in Krümelzucker übergehen und sind dann der geistigen Gährung fähig. Die hier in Betracht kommenden Zuckersorten sind der Rohrzucker, der Krümelzucker, der Mannazucker und der Milchzucker. Von letzterem wird weiter unten bei Gelegenheit der Milch die Rede sein.

Der Rohrzucker. Der Rohrzucker, Runkelrübenzucker, Ahornzucker, $C_{12} H_{10} O_{10} + HO$, findet sich im Safte des Zuckerrohrs (Saccharum officinarum), der Ahornarten, namentlich im Zuckerahorn (Acer saccharinum), der Runkelrübe (Beta Cycla und Beta vulgaris), in den Mohrrüben, in der Eibischwurzel, in dem Mais, in den Kürbissen, verschiedenen Palmenarten, in den Kastanien, im Nectar der Blumen u. s. w. Gleichviel, aus

welcher Pflanze diese Zuckerart erhalten worden ist, zeigt sie folgende Eigenschaften: Sie erscheint entweder als ein Aggregat weißer kleiner Krystalle (Hutzucker), oder in weißen oder gelben bis gelbbraunen, geschobenen vier- bis sechsseitigen Säulen (weißer oder gelber Kandiszucker). Sie ist unter allen Zuckerarten die süßeste und löst sich in allen Verhältnissen in Wasser. Beim Schlagen oder Zerbrechen leuchtet sie im Dunkeln. Wird eine wässerige Zuckerlösung längere Zeit gekocht, so verliert der Zucker die Fähigkeit zu krystallisiren. Bis auf 160° erhitzt, schmilzt der Zucker zu einer klaren Flüssigkeit, die beim Erkalten nicht mehr krystallisirt und den sogenannten Gerstenzucker bildet. Gegen 200° nimmt der Zucker eine braune Farbe an, bläht sich auf und verwandelt sich unter Verlust von 2 Aeq. Wasser in Caramel ($C_{12} H_9 O_9$). Eine wässerige Lösung nimmt bedeutende Mengen von Kalk auf; aus der Lösung wird durch Alkohol ein weißer Niederschlag von Kalksaccharat: $C_{12} H_{11} O_{11}, CaO$ ausgeschieden, der sich leicht in Wasser löst; aus der Lösung scheidet sich beim Erhitzen ein basisches Kalksaccharat: $C_{12} H_{11} O_{11}, 3 CaO$ ab. Mit Baryt bildet der Rohrzucker eine schwerlösliche Verbindung: $C_{12} H_{11} O_{11}, BaO$, die durch Kohlensäure leicht zersetzt werden kann. Der Zucker wird gewonnen aus dem Zuckerrohr, der Runkelrübe und dem Zuckerahorn.

Eigenschaften des Rohrzuckers.

Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr.

Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum) wurde den Europäern erst zur Zeit der Kreuzzüge bekannt. In Südamerika lernte man es erst im 15ten Jahrhundert kennen, doch ist es ungewiß, ob es dahin verpflanzt oder wild wachsend gefunden wurde. Nach der Einführung des Sklavenhandels wurde es auch in Westindien angebaut, welches bald so viel Zucker lieferte, daß es fast die ganze übrige Welt damit versehen konnte, und der Zuckerbau in Europa, der damals in Sicilien und Griechenland betrieben wurde, fast ganz einging. Das Zuckerrohr ist eine Pflanze aus der Familie der Gräser, von 9—18 Fuß Höhe. Der Halm dieser Pflanze enthält ungefähr 90 Proc. eines zuckerreichen Saftes, von welchem man jedoch nur 50 Proc. durch das Auspressen erhält. Die Hauptarten des Zuckerrohrs sind das otahaiti'sche, das besonders in Südamerika und Westindien gebaut wird, das kreolische aus Indien und das batavische aus Java. Dupuy fand das frische Zuckerrohr in Guadeloupe in 100 Theilen bestehend aus 72 Th. Wasser, 17,8 Th. Zucker, 9,8 Th. Holzfaser und 0,4 Th. Salzen. Der Zuckergehalt steigert sich zuweilen bis auf 22—24 Proc. Das Zuckerrohr gedeiht am besten auf feuch-

tem Boden in heißen Ländern. Die vorzüglichste Sorte desselben ist das von Otahaiti oder das gebänderte Zuckerrohr. Man pflanzt das Zuckerrohr dadurch, daß man den Halm in 2—3 Fuß lange Stücke schneidet und diese in die Erde steckt. Aus den Gliedern der Stecklinge entwickeln sich die neuen Pflanzen, die nach 12—16 Monaten zur Zuckergewinnung reif sind. In dem Maße, als das Zuckerrohr eingebracht wird, wird dasselbe zwischen Cylindern ausgepreßt. Das ausgepreßte Rohrstroh (Bagasse) wird getrocknet und als Brennmaterial verwendet. Nach Dupuy's Versuchen beträgt die Ausbeute an Saft 59,5 Th. auf 40,5 Th. Bagasse. Nimmt man den Zuckergehalt des Zuckerrohrs im Mittel auf 18 Proc. an, so sieht man, daß gegen 6 Proc. Zucker in der Bagasse zurückbleiben. Die schnelle Veränderlichkeit des Saftes, die unvollkommenen Preßmaschinen und der Widerwille der Plantagenbesitzer, Neuerungen einzuführen, tragen die Schuld, daß $^1/_3$ des in dem Rohre enthaltenen Zuckers in Verbindung mit der Holzfaser dazu dienen muß, die anderen $^2/_3$ aus dem Safte zu isoliren. Der frisch ausgepreßte Saft (Vesou) ist gewöhnlich von hellgelber Farbe, etwas trübe, von angenehmem Geschmack und gewürzhaftem Geruch. Humboldt giebt an, daß der Saft in Java zuweilen 25—30 Proc., in Cuba 10—12 Proc., in Brasilien 23,7 Proc. Zucker enthalte. Der Saft muß sogleich verarbeitet werden, da die in ihm enthaltenen Eiweißsubstanzen schon nach kurzer Zeit Verderben des Saftes bewirken. Man mischt ihn mit ungefähr $^1/_{800}$ seines Gewichtes an gelöschtem Kalk und erhitzt bis nahe zum Siedepunkte. Der Kalk verbindet sich mit den sauren und schleimigen Theilen und fällt theils zu Boden, theils scheidet er sich nebst den coagulirten Eiweißkörpern auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Schaum ab und wird mit einem Schaumlöffel abgenommen.

Das Keltern.

Das Versieden und Krystallisiren.

Der Saft wird darauf in 4 bis 5 kleinere Siedepfannen gelassen und unter stetem Abschäumen abgedampft, bis der Saft so zähe ist, daß er zwischen den Fingern zu Fäden gezogen werden kann. Sodann kommt der Saft in die Kühlgefäße und darauf in die Krystallisirbottiche, in deren Böden Löcher befindlich, die mit Zuckerrohrstückchen verstopft sind. Wenn nach Verlauf von 24 Stunden die Masse körnig geworden ist, rührt man sie um und läßt durch die unten befindlichen Löcher den nicht krystallisirten Theil, den Syrup oder die Melasse in untergesetzte Gefäße ablaufen. Nach 5—6 Wochen ist die Melasse abgetropft und die in dem Bottich zurückbleibende braune, feuchte Masse führt den Na-

men Rohzucker, Moscovade oder Puderzucker, von welchem man im europäischen Handel Portorico, Java, Mauritius, Jamaica, Havanna, Martinique, Bourbon ꝛc. unterscheidet. In den französischen Colonien pflegt man den Rohzucker mit feuchtem Thon zu decken (s. unten), und die gereinigten Rohzuckerbrode unter dem Namen Cassonade in den Handel zu bringen. — Die von dem Verbrennen der Bagasse herrührende Asche wird auf die Zuckerfelder zurückgebracht und dadurch dem Boden wiedergegeben, was ihm durch die Vegetation entzogen wurde. Die Asche des Zuckerrohres enthält 45—49 Proc. Kieselerde, 4—8 Proc. Phosphorsäure und 11—27 Proc. Kali.

Melasse. Die Melasse wird entweder verschickt oder an Ort und Stelle durch Gährung und Destillation zur Fabrikation des Rums, der Taffia u. s. w. angewendet. — Die Raffination des Rohzuckers wird weiter unten beschrieben werden.

Gewinnung des Zuckers aus den Rüben. Der Chemiker Marggraf war der erste, der 1747 das Vorkommen des krystallisirten Zuckers in den Runkelrüben nachwies. Die Entdeckung Marggraf's wurde seit 1786 von Achard im Großen ausgeführt und seit dem Jahre 1810 entstand die Zuckerfabrikation aus den Rüben, welche jetzt einen der Hauptzweige der inländischen Industrie bildet. Wie schon erwähnt, wendet man zur Zuckerfabrikation die Runkelrübe (Beta Cycla und B. vulgaris) an. Man unterscheidet vier Varietäten derselben, nämlich: 1) die große Feldrübe (Disette), in- und auswendig weiß, zuweilen auch rosenroth. Die Blattstiele sind ebenfalls weiß; sie erreicht unter allen Varietäten die bedeutendste Größe. Man trifft Rüben bis zu 34 Pfund. 2) Die schlesische Feldrübe, weiß, bisweilen mit einigen rosenrothen Ringen, ist die zuckerreichste Varietät. 3) Die gelbe Runkelrübe, von mittlerem Umfang und gelbem Fleisch. 4) Die sibirische Rübe stammt aus Großrußland und wurde zuerst von Reichenbach empfohlen. Sie geht viel weniger tief in die Erde, als die anderen Varietäten (sie ist oberirdisch) und hat eine tellerförmige Gestalt. Der Zuckergehalt der Rüben beträgt im Durchschnitt 10 Proc.; von diesen kann der Fabrikant aber nur 6 Proc. in den Handel liefern, da 1 Proc. in der ausgepreßten Rübe und 2 Proc. in der Melasse zurückbleiben, während von den zurückbleibenden 7 Proc. 1 Proc. während der Bearbeitung verloren geht. Péligot fand die Runkelrübe zusammengesetzt aus:

83,5 Th. Wasser,
10,5 Th. Zucker,

0,8 Th. Holzfaser,

1,5 Th. stickstoffhaltigen eiweißartigen Substanzen,

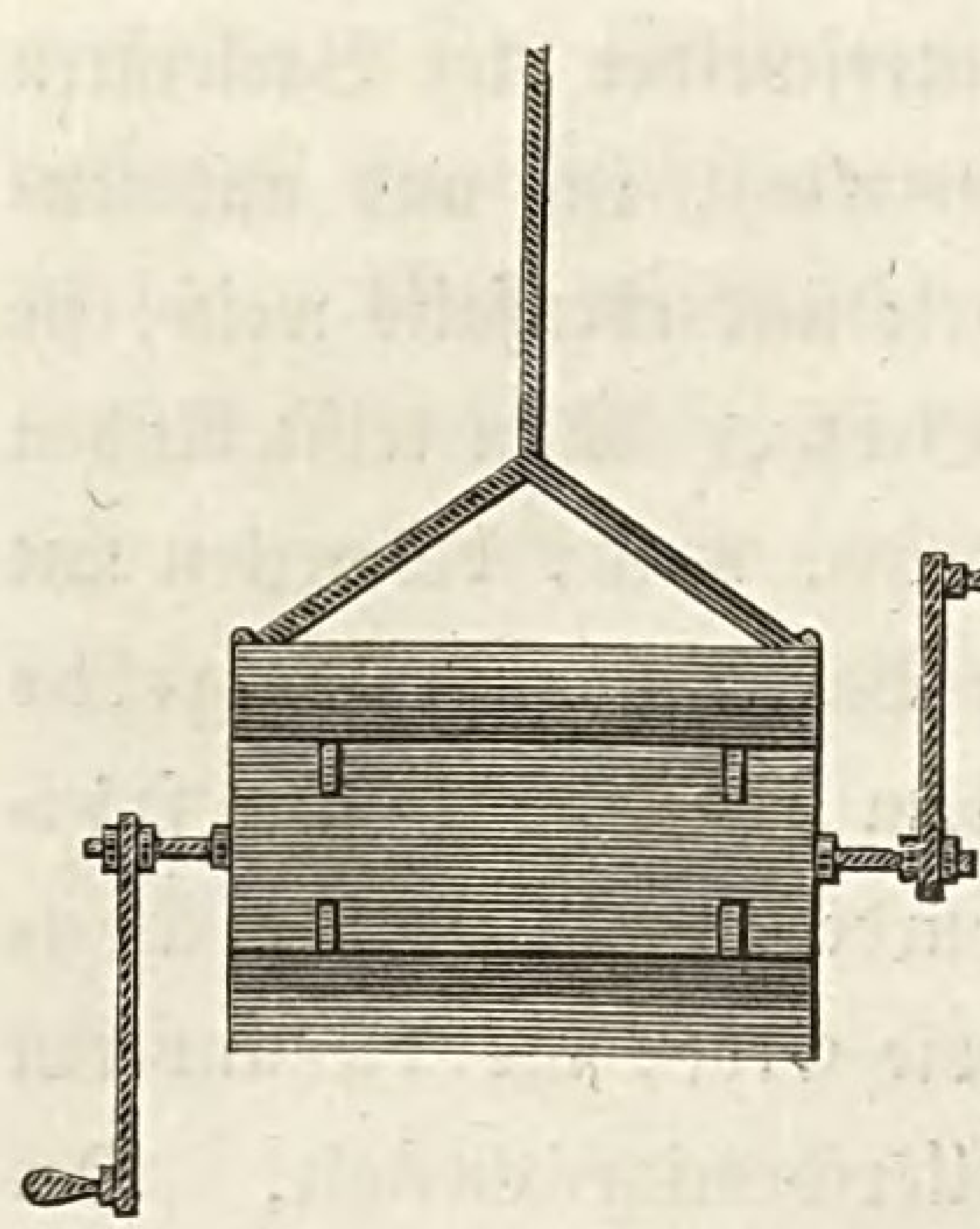
3,7 Th. Gummi, Pektinsäure, Fett, Aepfelsäure und unorganischen Bestandtheilen.

In der neueren Zeit hat man auch nicht unbeträchtliche Mengen von Asparagin (Amid der Aepfelsäure) in den Runkelrüben gefunden*). Die deutschen Rüben enthalten 7,5 — 11,4 Proc. Zucker. Die durch Trocknen von allem Wasser befreite Rübe enthält gegen 69 Proc. Zucker.

Gewinnung des Saftes. Im Monat September oder October, wenn die Blätter anfangen gelb zu werden, nimmt man die Runkelrüben aus der Erde und bewahrt sie für die Dauer der Fabrikation, von Anfang October bis Februar in Gruben auf. Ehe man aus den Rüben den Saft gewinnen kann, muß man sie waschen und von anhängender Erde und Steinen befreien, die sonst den Saft verunreinigen und die Zähne der Reibmaschine verderben

Waschen. würden. Das Waschen geht, nachdem die Rüben von den anhängenden größern Stücken Erde befreit worden sind, in Waschtrommeln (Fig. 74) vor sich, in denen die Rüben mit Wasser bewegt werden. Nach dem Waschen werden die Rüben gerieben.

Fig. 74.



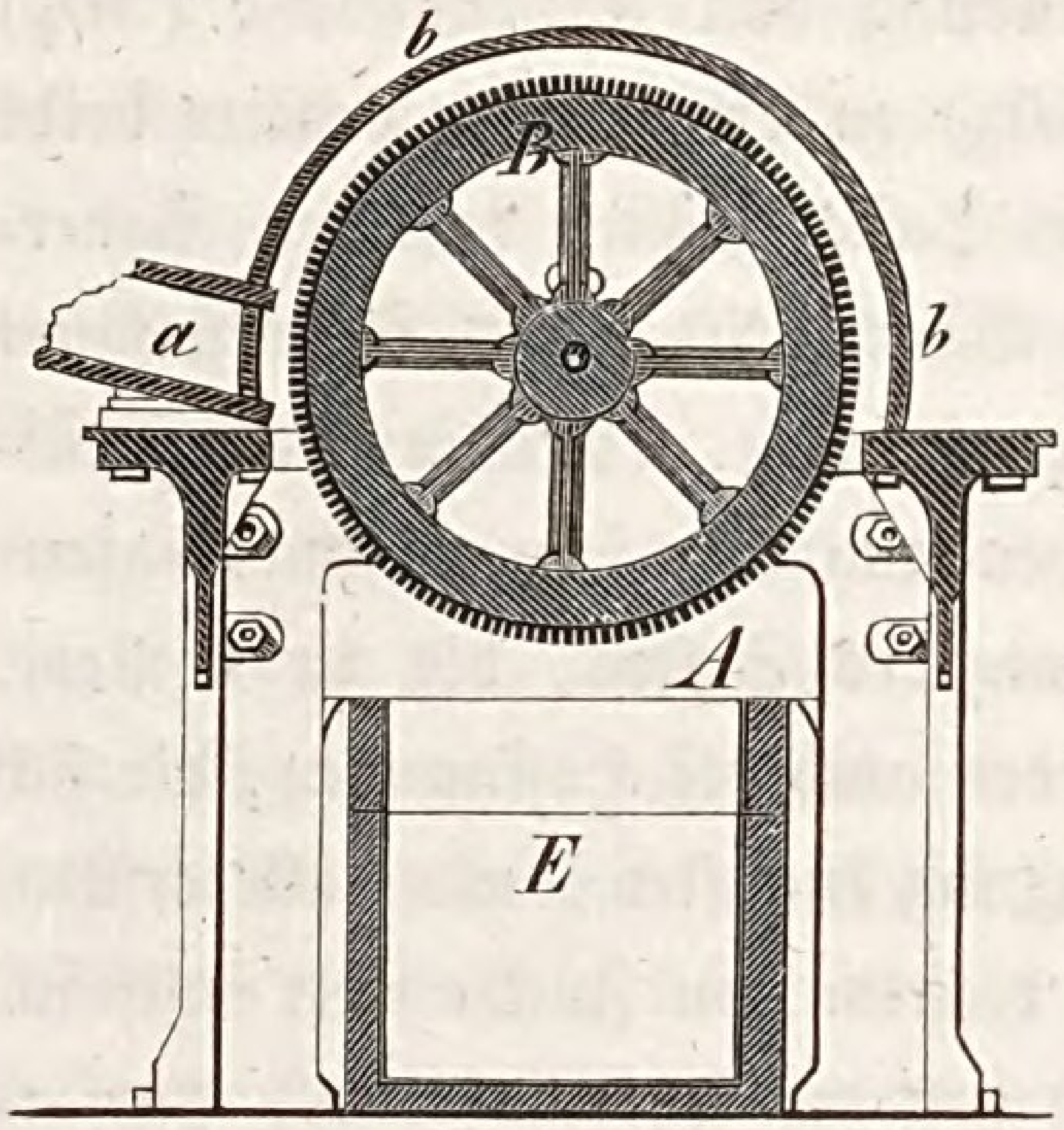
Reiben. Dies geschieht fast allgemein auf Thierry's Reibmaschine (Fig. 75), die aus einer Hohlwalze B besteht, deren Oberfläche dicht mit Zähnen besetzt ist, so daß sie gewissermaßen einem großen Reibeisen gleicht. Die Rüben werden durch die Hand des Arbeiters bei a an die Hohlwalze angedrückt, welche in der Minute 7—800 Umdrehungen macht. Der um die Walze herumliegende Mantel b b verhindert das Umherschleudern des Breies, der von dem Troge E aufgenommen wird. A ist ein eiserner Kasten, der zum Befestigen der Maschine dient. Der Brei wird darauf meist vermittelst einer hydraulischen Presse ausgepreßt.

Auspressen. Der Saft hat, je nachdem er längere oder kürzere Zeit der Luft ausgesetzt

---

*) Das Asparagin $C_8H_7N_2O_5$, HO soll nach Rossignon bis zu 3 Proc. (?) in den Runkelrüben vorkommen.

Fig. 75.



war, eine braune bis schwarze Farbe. Der abgepreßte Rückstand wird mit Wasserdämpfen behandelt, nochmals ausgepreßt und dann als Viehfutter benutzt. Anstatt des Zerreibens und Auspressens hat man das Maceriren empfohlen, wobei die Rüben in dünne Scheiben zerschnitten und dann in Fässern mit Wasser eingeweicht werden. Das Wasser wird durch Wasserdämpfe bis auf 100° erwärmt. Nach Schützenbach's Verfahren werden die gereinigten Rüben in Würfel geschnitten, und getrocknet und dann nach Bedarf mit Wasser ausgezogen. Der frische unveränderte Saft reagirt sauer und enthält eine große Menge von stickstoffhaltigen organischen Substanzen und Salzen, welche theils das Verderben des Saftes veranlassen, theils auch die Krystallisation des Zuckers verzögern. Besonders die ersteren sind es, welche unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Fermente übergehen und den Zucker in Milchsäure überführen. Diese Stoffe abzuscheiden, ist die Aufgabe der Läuterung (Defecation). Schon seit der Einführung der Rübenzuckerfabrikation war man bemüht, durch verschiedene chemische Mittel die Ausbeute an Zucker dadurch zu erhöhen, daß man die eiweißartigen Körper auszuscheiden suchte. Die nach und nach zu diesem Zwecke angewendeten Substanzen waren Bleizucker, Gerbsäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure. Alle diese Körper wirken, indem sie entweder die stickstoffhaltigen Substanzen coaguliren, ausscheiden, oder dieselben fällen. Bleizucker wäre wohl im Stande, den Zuckersaft vollständig zu reinigen, wenn nicht die Möglichkeit, daß trotz angewendeter Vorsichtsmaßregeln Spuren von Blei in dem Zucker zurückbleiben könnten, die Anwendung untersagte. Gerbstoff (Gerbsäure) findet in mehreren Fabriken Anwendung; dasselbe gilt auch von der Phosphorsäure. Nach Lüdersdorff übertrifft letztere an Wirksamkeit alle anderen Substanzen, und sie würde wohl die übrigen bei der Zuckerfabrikation angewendeten verdrängen, wenn sie billiger darzustellen wäre. Man hat ferner versucht das Verderben des Saftes dadurch zu verhindern, daß man den Zutritt der Luft abschloß; man suchte dies durch

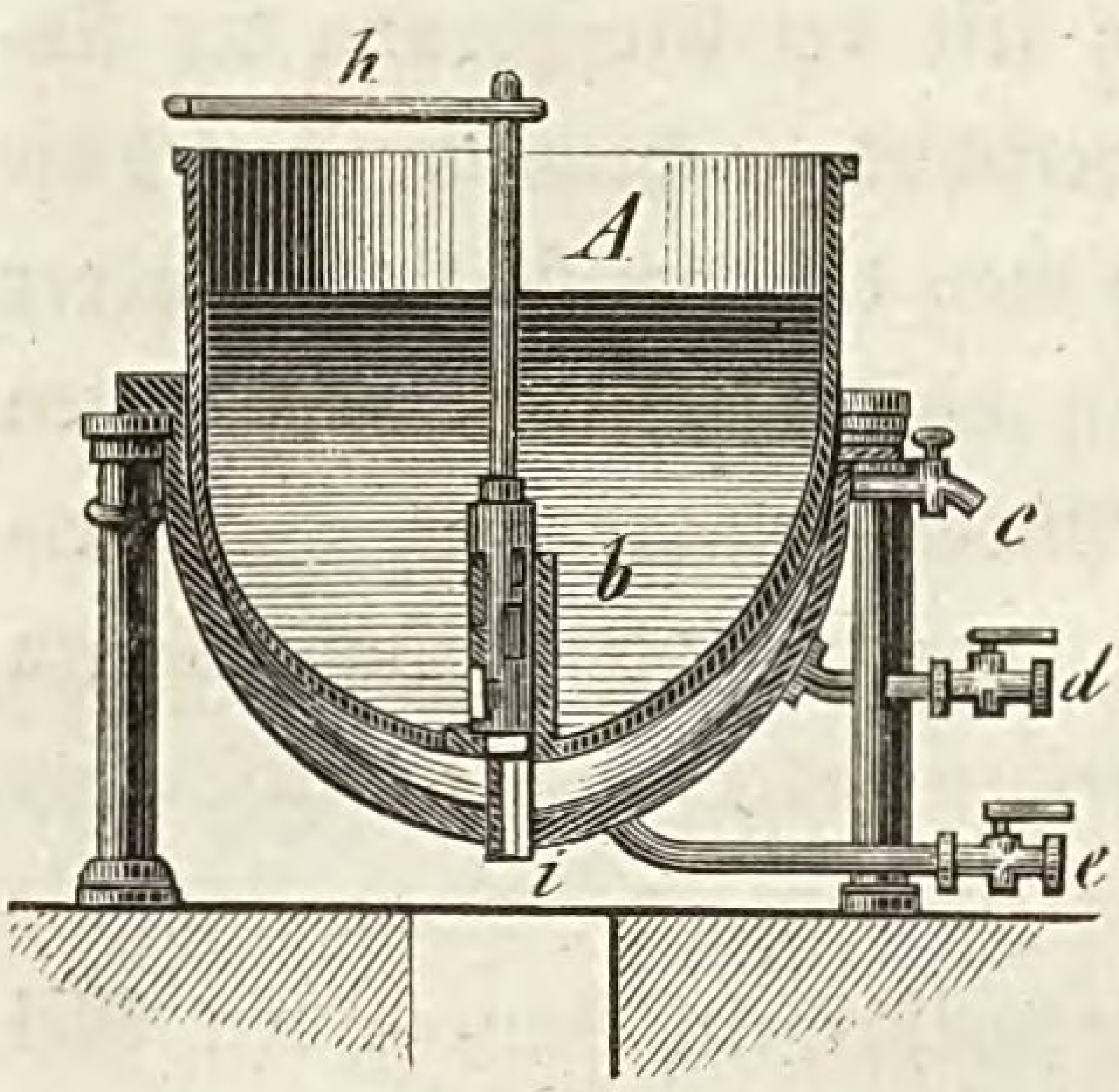
Läuterung des Saftes.

Begießen der Rüben, während des Zerreibens mit kohlensäurehaltigem Wasser (nach Kuhlmann), durch die Anwendung von Stickstoffoxyd (NO_2) und durch die von schwefliger Säure (SO_2) zu erreichen. Letztere beide Substanzen sollten, indem sie der in dem Safte gelösten Luft den Sauerstoff entziehen, und dadurch in salpetrige Säure (NO_3) und Schwefelsäure

Melsens Methode. (SO_3) übergehen, den Saft conserviren. Melsens in Brüssel hat in der neueren Zeit durch die Anwendung von saurem schwefligsaurem Kalk (CaO_2, $2\,SO_2$) bei der Ausziehung des Saftes, bis zu 8 Proc. Zucker aus der Rübe ausgezogen. Werden auch die Hoffnungen, die sich an Melsens Methode der Zuckerausbringung knüpften, nicht alle erfüllt, so steht doch zu erwarten, daß man durch dieselbe den Zucker weit vollständiger als bisher aus der Rübe ausziehen, und die Thierkohle als Entfärbungsmittel wird ersparen können.

Der Läuterkessel. Die jetzt gebräuchliche Läuterungsmethode besteht darin, den Saft, so wie er die Presse verläßt, in besondern kupfernen Kesseln, deren Bodenstück mit einem gußeisernen Mantel versehen um den überflüssigen Dampf einer Dampfmaschine benutzen zu können, einige Minuten bis auf 60—70° zu erhitzen, und sodann in den Läuterkessel laufen zu lassen. Dieser Kessel (Fig. 76) hat ebenfalls doppelten Boden und wird vermittelst Dampf geheizt. Die Röhre mit dem Hahne d dient zum Einlassen des Dampfes, e zum Ablassen des condensirten Wassers und c zum Einströmenlassen von Luft. b ist ein Decantirhahn, aus welchem durch eine Umdrehung bei h der geläuterte Saft bei i abgelassen werden kann. — Wenn die Temperatur des Saftes bis auf 75° gestiegen ist, so setzt man Kalkmilch — die man darstellt, indem man gebrannten Kalk mit Wasser löscht und den Kalkbrei mit Wasser verdünnt — hinzu und erhitzt darauf bis zum Sieden. Sodann erniedrigt man durch Einströmenlassen von kalter Luft bei c die Temperatur und läßt den Inhalt des Kessels sich absetzen. Während des Erhitzens ist ein starker Geruch nach Ammoniak zu bemerken. Früher glaubte man, daß dieses Ammoniak theils durch die Einwirkung des Kalkes auf die in dem Safte ent-

Fig. 76.



haltenen Ammoniaksalze, theils aber auch durch die Zersetzung der eiweißähnlichen Substanzen entstehe. Hochstetter hat aber nachgewiesen, daß die Runkelrübe keine Ammoniaksalze enthalte, und Dubrunfault, daß das Auftreten von Ammoniak in der Zuckergewinnung aus Rüben von einem durch den Kalk bedingten Zerfallen des Asparagins in Asparaginsäure und Ammoniak herrühre. Die beendigte Läuterung erkennt man daran, daß eine herausgenommene Probe der Flüssigkeit eine helle weingelbe Farbe zeigte, und die ausgeschiedenen Schaumflocken scharf abgeschieden darin herumschwimmen. Da fast immer ein Ueberschuß von Kalk angewendet worden ist, so enthält die Flüssigkeit Kalk als Zucker-Kalk gelöst. Um diesen Kalk zu entfernen, bedient man sich nach Achard der Schwefelsäure, die sich mit dem Kalke zu Gyps verbindet und unlöslich zu Boden fällt. Da aber eine sehr kleine Menge überschüssig zugesetzter Säure fähig ist, den Rohrzucker in Krümelzucker umzuwandeln, so hat man jetzt fast allgemein auf die Anwendung der Schwefelsäure verzichtet. Boucher wendet zu demselben Zwecke Ammoniakalaun an, der mit dem Kalke Gyps bildet, während Thonerdehydrat ausgeschieden wird, welches die Klärung des Saftes befördert.

Ein anderes Verfahren, den überschüssigen Kalk in der Zuckerlösung fortzuschaffen, besteht darin, Pektinsäure*) zu derselben zu setzen, die sich mit dem Kalke zu unlöslichem pektinsauren Kalk verbindet. Dieses Verfahren ist in den Fabriken Belgiens eingeführt worden.

Dubrunfault's Methode. Die bisher gebräuchlichen Methoden der Abscheidung des Rohrzuckers aus den Rüben beruhen darauf, daß die fremden Stoffe in eine unlösliche Form oder Verbindung übergeführt werden, also auf einer Abscheidung dieser Stoffe von dem Zucker. Das Umgekehrte, nämlich die Ab-

---

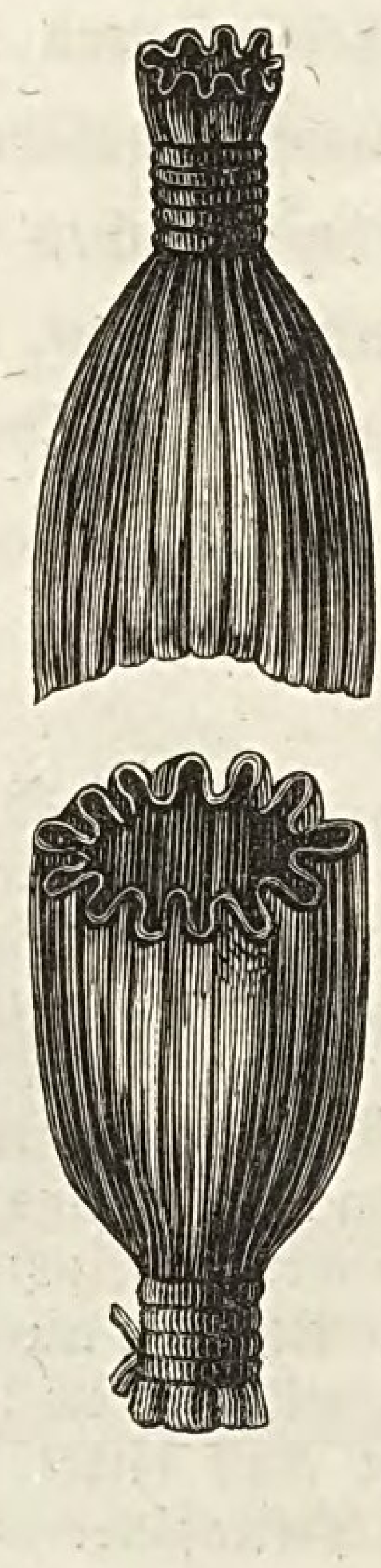
*) Die Pektinsäure $C_{32}\ H_{22}\ O_{30}$, von Braconnot entdeckt, kommt nicht fertig gebildet in den Pflanzen vor, sondern entsteht erst durch die Einwirkung von Pektase, einer eiweißartigen Substanz, auf einen fast in allen Pflanzen vorkommenden Körper, die Pektose. Den hierbei stattfindenden Vorgang, durch welchen die Pektinsäure gebildet wird, hat man mit dem Namen der Pektinsäuregährung bezeichnet. Sie läßt sich der Milchsäuregährung an die Seite stellen, in welcher der Milchzucker durch die Einwirkung des Caseins als Ferment in Milchsäure übergeht. Behufs der erwähnten technischen Anwendung stellt man die Pektinsäure dar, indem man Runkelrüben zerreibt, den Brei mit einer Lösung von kohlensaurem Natron auskocht, die entstandene Lösung von pektinsaurem Natron durch Chlorcalcium zersetzt, wodurch sich unlöslicher pektinsaurer Kalk bildet, und diesen endlich mit Salzsäure digerirt. Es scheidet sich hierbei die Pektinsäure als grauweiße Gallerte aus.

scheidung des Zuckers von den fremden Stoffen durch Ausfällen der ersteren aus dem Safte, bezweckt das neuerdings patentirte Verfahren von Dubrunfault. Es gründet sich auf die bekannte Eigenschaft des Baryts, mit dem Zucker in der Siedehitze eine unlösliche Verbindung zu bilden. Man versetzt zu diesem Zwecke den Saft mit so viel Aetzbaryt, als nothwendig ist, allen Zucker zu fällen; der entstandene Niederschlag wird von der Flüssigkeit, in welcher alle übrigen Substanzen gelöst bleiben, durch Waschen getrennt, und stellt nun einen Zuckerbaryt dar, den man sodann durch Kohlensäure oder verdünnte Schwefelsäure zersetzt. Man erhält so einerseits reine Zuckerlösung, welche wie gewöhnlich versotten wird, und andererseits kohlensauren oder schwefelsauren Baryt, welche wieder auf Aetzbaryt verarbeitet werden.

Filtration des geläuterten Saftes durch Knochenkohle. Der durch die Läuterung gereinigte Saft enthält noch färbende Substanzen und Salze, welche ihm zum größten Theile durch unmittelbare Filtration durch Knochenkohle entzogen werden können. Die Anwendung der Knochenkohle zu diesem Zwecke hat der Fabrikation einen ungeheuren Aufschwung gegeben. Früher setzte man die Knochenkohle in die Klärpfanne und schied sie sodann auf dem Filter von dem Syrupe. Ein Filter dieser Art ist das von Taylor angegebene. Dasselbe besteht aus einem Kasten, der unter dem Rande durch einen Querboden in zwei Abtheilungen gebracht worden ist. Die obere Abtheilung enthält den zu filtrirenden Saft, während die untere die Filtrirvorrichtung und den filtrirten Saft enthält. Die Filter bestehen aus langen baumwollenen Schläuchen von der Fig. 77 dargestellten Form. Jeder Kasten enthält deren 40—50. Die zuerst ablaufende Flüssigkeit ist stets von etwas suspendirter Thierkohle trübe und muß deshalb zurückgegossen werden. Da sich bei diesen Schläuchen die Poren leicht verstopfen, so müssen die Filter häufig gewechselt werden. Diesem Uebelstande zu begegnen, wurde von Dumont vorgeschlagen, die Kohle grob gepulvert nicht in den Syrup, sondern in ein Filter zu bringen und den Syrup langsam durch die Kohle fließen zu lassen. Diese Dumont'schen Filter sind jetzt allgemein im Gebrauch. Umstehende Figur (Fig. 78) zeigt uns ein solches

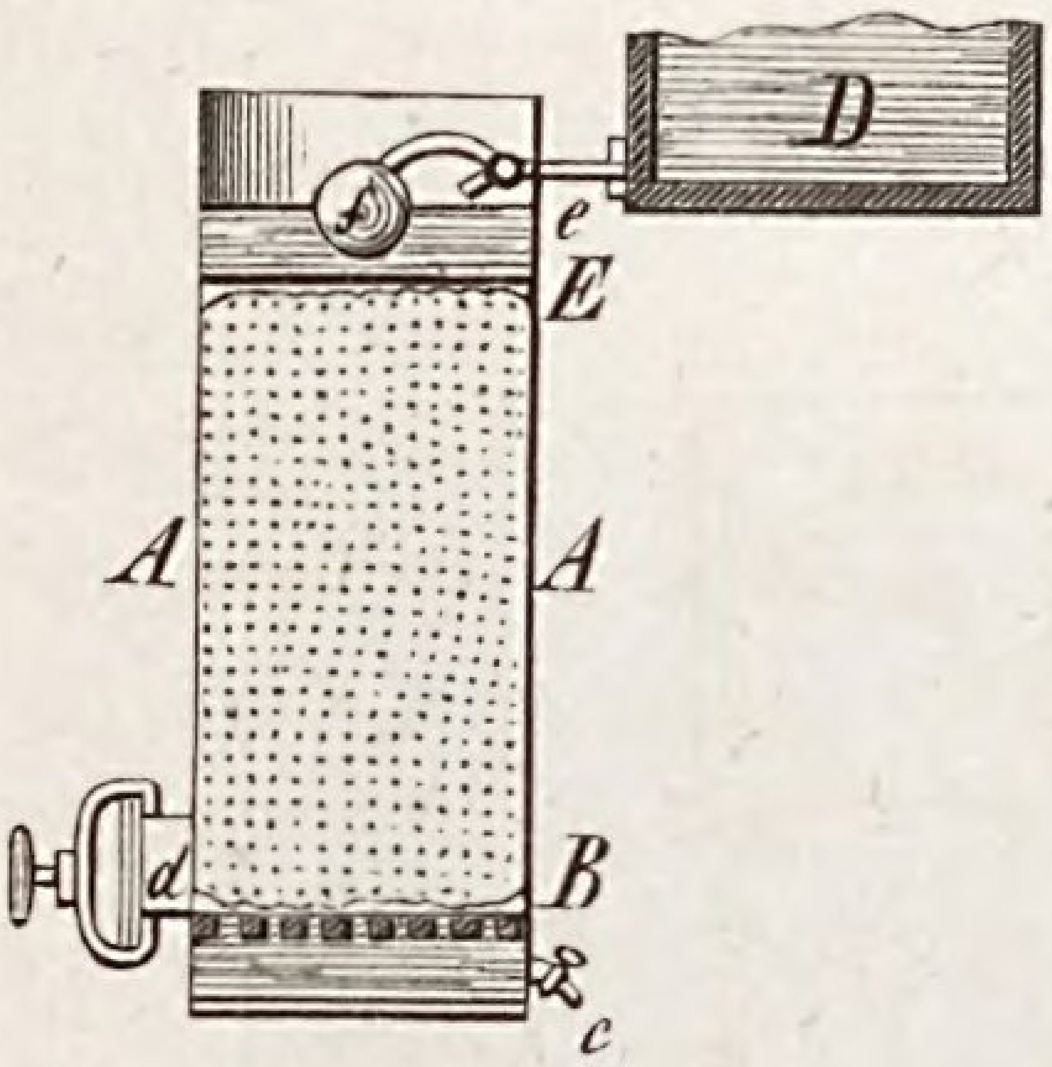
Taylor's Filter.

Fig. 77.



Dumont's Filter.

Fig. 78.

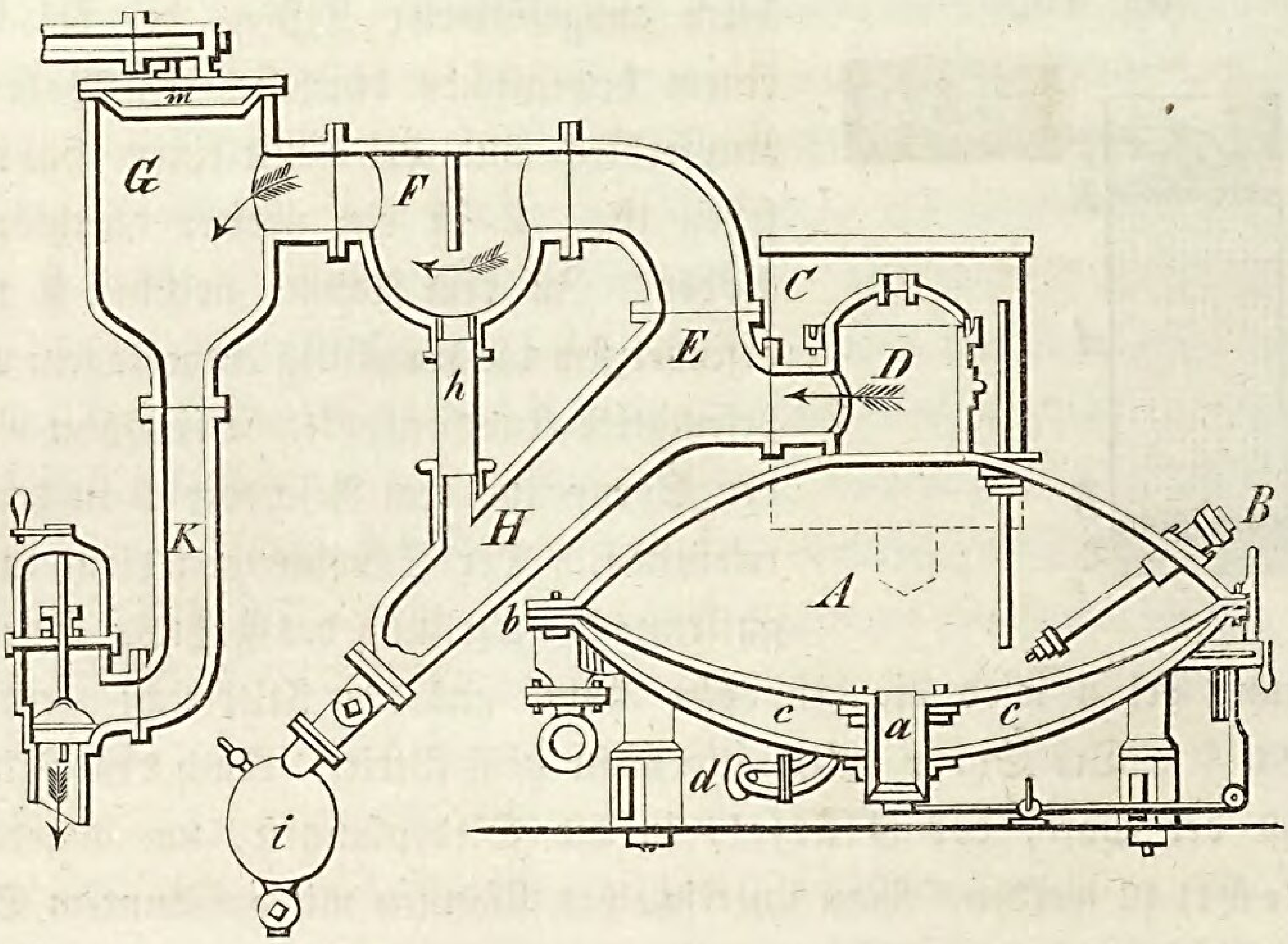


Filter im Durchschnitt. A ist ein mit Kupferblech ausgefütterter Kasten, der bei B mit einem beweglichen durchlöcherten Boden aus Kupferblech und bei c mit einem Hahn versehen ist. E ist ein zweiter durchlöcherter Boden. In dem Raume zwischen B und E befindet sich die sorgfältig eingetragene vorher befeuchtete Knochenkohle. Der Hahn e führt den Syrup aus dem Reservoir D in den Filtrirkasten. Der Schwimmer f dient zur Regulirung der Stellung des Hahns. Durch die Oeffnung bei d wird die erschöpfte Kohle aus dem Filtrirkasten entfernt.

Klärsel. Der Syrup wird allgemein heiß filtrirt. Nach dem Filtriren gelangt der Saft, das Klärsel, in die Siedepfannen, um abgedampft (verkocht) zu werden. Man unterscheidet Pfannen mit gespanntem Dampf und gewöhnlichem Luftdruck, und Vacuumpfannen. Die ersteren sind stets offene Pfannen, in welchen über freiem Feuer oder durch Dampf die Flüssigkeit in festen oder beweglichen Pfannen, den sogenannten Kipppfannen, gekocht wird. Die Pfannen sind flach, oval, haben vorn einen Schnabel und sind so eingerichtet, daß sie mittelst einer Kette an der dem Schnabel gegenüberstehenden Seite gehoben und so um eine Axe gedreht werden können, daß ihr Inhalt sich in das Kühlgefäß entleert. Der Zucker wird während des Abdampfens um so mehr verändert, je höher die Temperatur und je länger der Syrup der Einwirkung derselben ausgesetzt war. Diesem doppelten Uebelstande läßt sich durch die Anwendung der Vacuumpfanne begegnen, bei welcher die Verdampfung in einem luftverdünnten Raume vor sich geht. Howard war durch seinen Apparat im Stande, den Siedepunkt auf 65 bis 70° zu erniedrigen und so der Zersetzung des Zuckers möglichst vorzubeugen. Umstehende Figur (Fig. 79) zeigt uns den Durchschnitt des Howard'schen

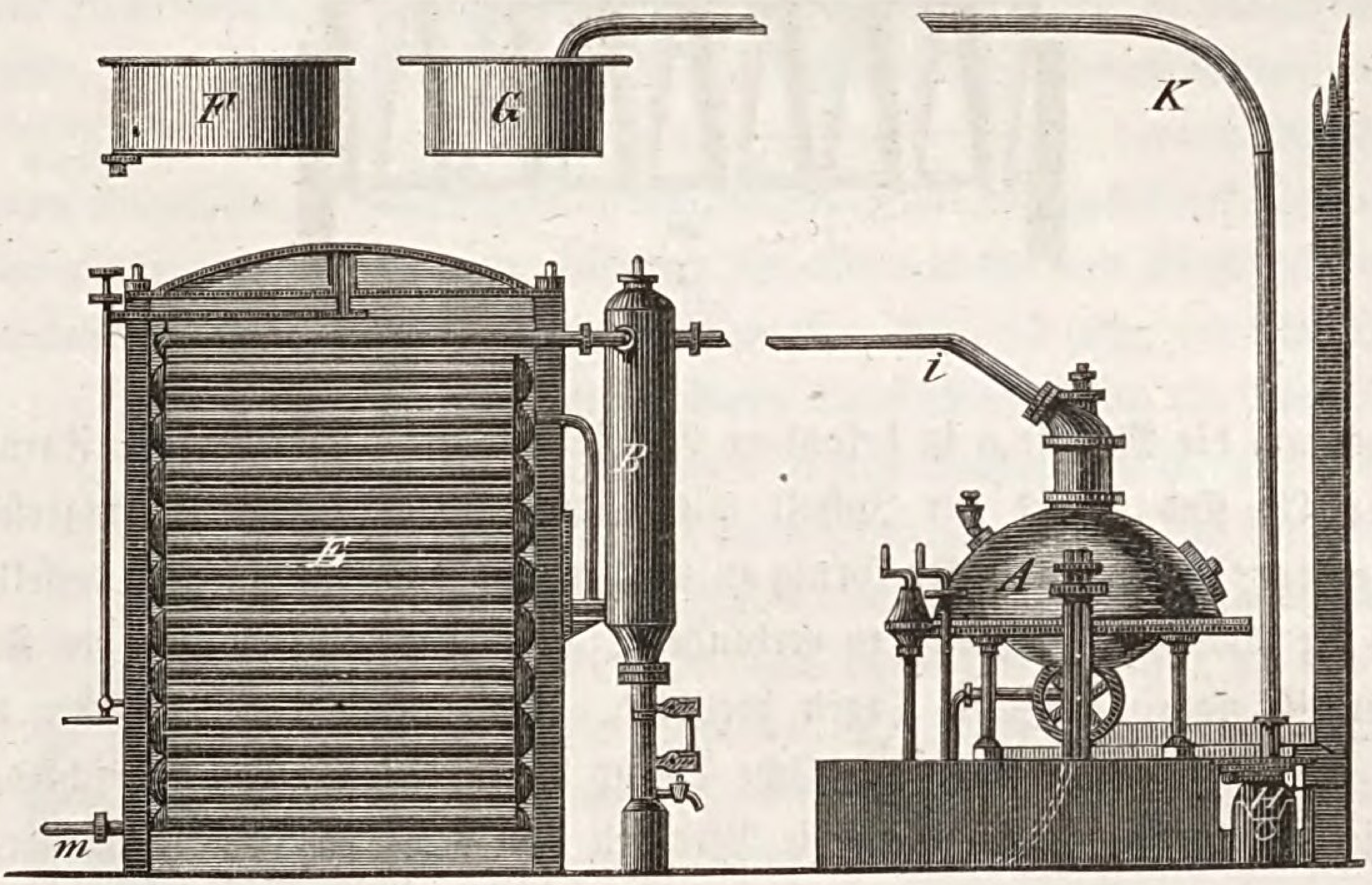
Howard's Apparat. Apparates. A ist der Siedekessel, dessen Inhalt durch a entleert werden kann. Der Kessel wird durch den bei c c befindlichen Dampf erwärmt. Der Dampf strömt bei b ein, d dient zum Ablassen des condensirten Wassers. B ist eine Vorrichtung, vermittelst welcher man eine Probe Syrup aus dem Kessel nehmen kann, ohne daß Luft in denselben tritt. C ist das Reservoir, aus welchem Syrup in den Kessel nachfließt. Durch den Helm D wird der Kessel verschlossen. Der während des Siedens sich ent=

Fig. 79.



wickelnde Wasserdampf entweicht durch das Rohr E in das Gefäß F, das durch ein Kupferblech in zwei Hälften geschieden ist. Die condensirten Wasserdämpfe fließen durch h nach H. Der Stand des Wassers wird durch die Glasröhre angezeigt und das Wasser durch i abgelassen. Der in G einströmende Wasserdampf wird durch das bei m auffließende Wasser condensirt; das verdichtete Wasser durch i vermittelst einer durch Dampfkraft in Bewegung gesetzten Luftpumpe fortgeschafft. Letztere, so wie die Erforderniß einer bewegenden Kraft, machen den Howard'schen Apparat kostspielig und nur für große Fabriken geeignet. — Ein sehr häufig angewendeter Apparat ist der von Derosne, der eigentlich aber nur ein verbesserter von Degrand ist. Fig. 80 zeigt uns den Durchschnitt dieses Apparates, von welchem wir nur das Wesentlichste anführen wollen. A ist der zum Abdampfen dienende Kessel, der durch ein Wasserbad geheizt wird. Die sich entwickelnden Dämpfe gelangen durch das Rohr i durch den Cylinder B — der zum Zweck hat, den etwa übersteigenden Saft aufzunehmen — in das Schlangenrohr des Condensationsraums E. In dem Gefäße F befindet sich ein ungekochter Syrup, der durch ein Rohr auf die Trichter gelassen wird und anstatt des bei anderen Apparaten gebräuchlichen Wassers zum Condensiren der Wasserdämpfe und zur Erzeugung eines luftverdünnten Raumes dient. Das condensirte Wasser wird vermittelst einer Dampfmaschine durch m fortgeschafft.

Fig. 80.



Der zur hinreichenden Consistenz verkochte Syrup steigt durch H und K in das Reservoir G. — Andere Vacuumpfannen sind von Pelletan, Trappe und Anderen vorgeschlagen worden. Der hinlänglich verkochte Syrup wird nun auf den Kühler gebracht, der eigentlich bei dem Howard'schen Apparate richtiger der Wärmer heißen sollte. Dieser Kühler besteht aus einer kupfernen Pfanne, in der je nach der Art des Versiedens das Klärsel abgekühlt oder erwärmt wird und zu krystallisiren anfängt. Um das Entstehen eines großen Kornes zu verhüten, wird die Masse umgerührt und nach gehöriger Abkühlung in die Formen vertheilt, in denen die eigentliche Krystallisation vor sich geht. Diese Formen bestehen aus unglasirtem Thon oder glasirtem Eisenblech, haben eine konische Gestalt (Fig. 81) und nach der unten gerichteten Spitze eine Oeffnung, die mit einem Leinwandpfropfen verschlossen ist. Zu geringeren, schwierig krystallisirenden Zuckersorten nimmt man größere Formen (Basterformen), zu den besseren Sorten kleinere (Melisformen). Diese Formen stehen entweder auf Untersetzgefäßen, in denen sich die ablaufende Melasse ansammelt, oder auf Gestellen (s. umstehende Fig. 82), unter welchen sich ein Abtropfgefäß m aus Zink befindet,

Kühlen des Saftes.

Füllen desselben.

Fig. 81.

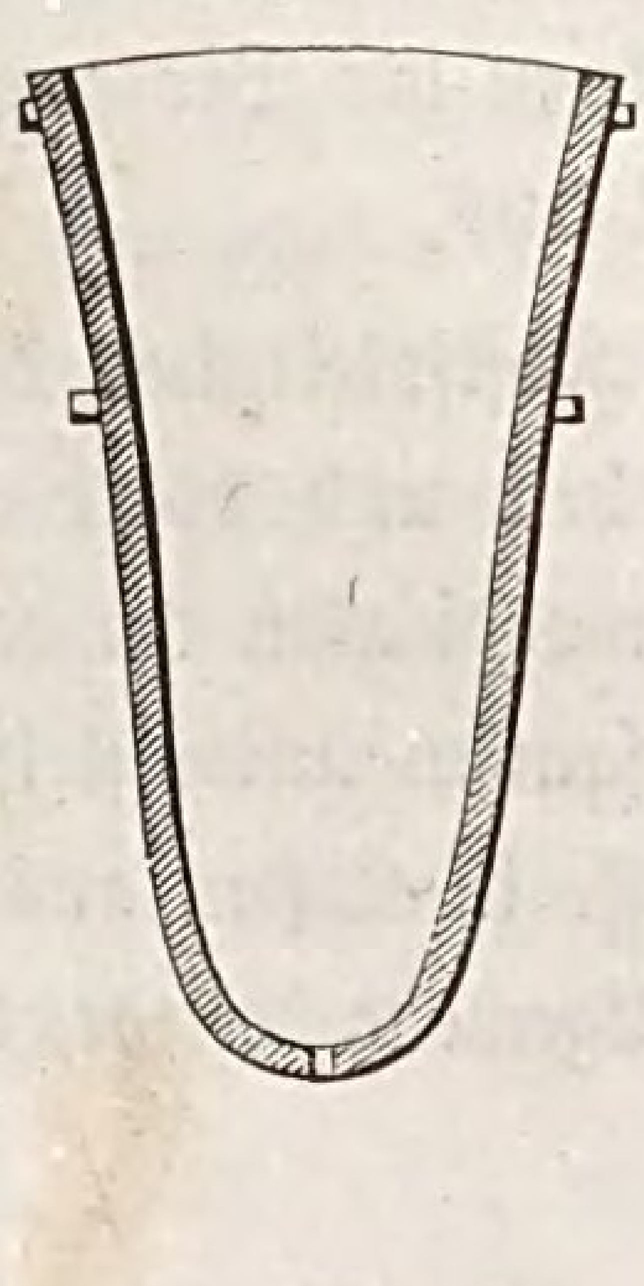
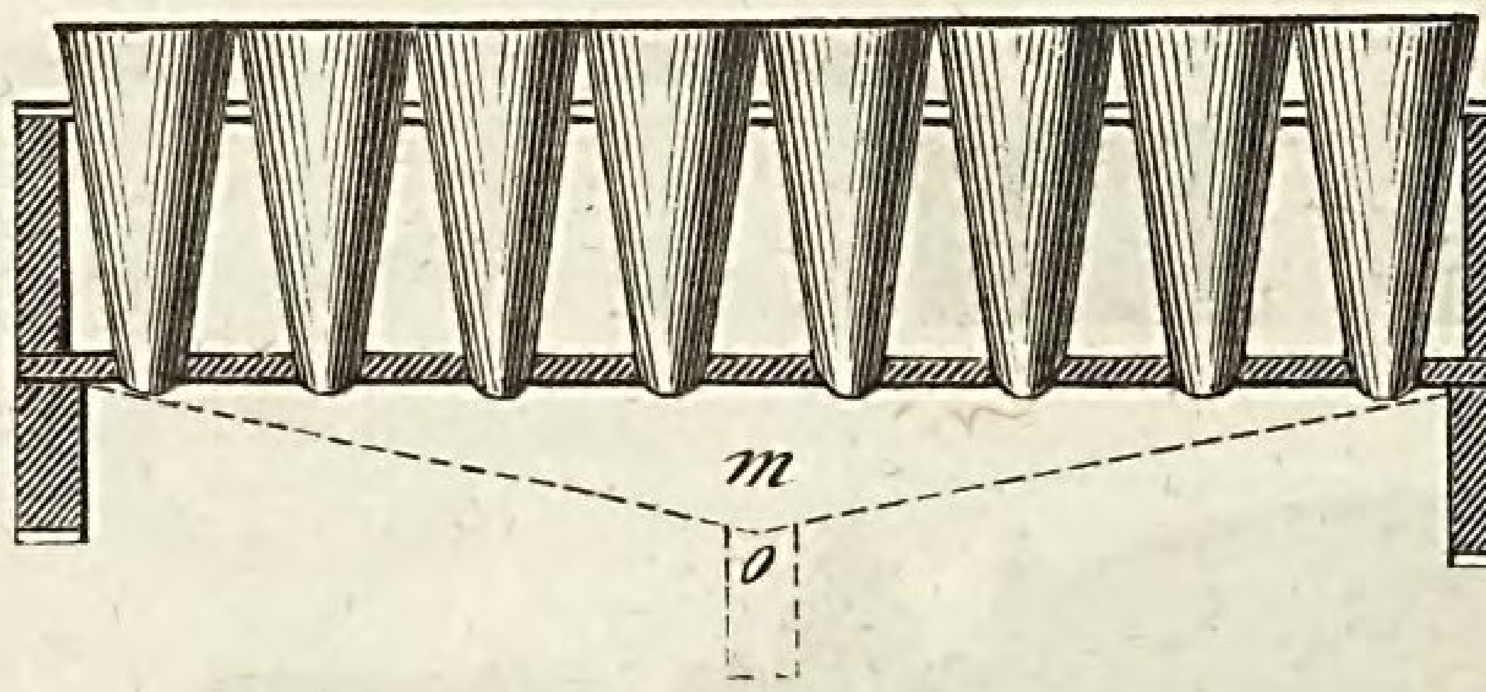


Fig. 82.



aus dem die Melasse o in besondere Gefäße abläuft. Nachdem die Formen gefüllt sind, wird der Inhalt mit einem hölzernen Spatel umgerührt (gestirrt), um den Zucker körnig zu machen und das feste Ansetzen desselben an die Wände der Formen zu verhindern. Die Krystallisation in den Formen ist nach 14—20 Tagen beendigt. Sodann wird der zwischen den Krystallen befindliche Syrup durch das Decken abgeschieden. Dies geschieht, indem man die Pfropfen von der Spitze der Formen entfernt, und den Syrup mehrere Tage lang abfließen läßt. Der abgeflossene Syrup heißt grüner oder ungedeckter Syrup. Das Decken, d. h. das Auswaschen des Zuckers geschieht, indem man auf die Oberfläche des Hutes ungefähr eine zollhohe Schicht von Thonbrei bringt, dessen Wasser mit etwas Zucker einen reinen Zuckersyrup bildet, welcher die Melasse verdrängt und nach unten treibt. Der Zuckersyrup bleibt zwischen den Krystallen und setzt beim Trocknen krystallinischen Zucker wieder ab. Das Decken wird so oft wiederholt, bis zuletzt fast ungefärbter Syrup abfließt. Um den etwa noch vorhandenen Syrup in dem Zucker gleichförmig zu vertheilen, werden die Formen einige Zeit lang auf die Basis aufgestellt. Anstatt des Thonbreies wendet man auch sogleich eine reine Zuckerlösung an. Ist aller Syrup aus dem Zucker — dem Brote — entfernt, so wird das Brot aus der Form gelöst und der Boden desselben rein geschabt. (Das Planiren oder Plamotiren.) Das Trocknen der Brote geschieht in den Trockenstuben, anfänglich bei 25°, zuletzt bei 50°.

Decken des Zuckers.

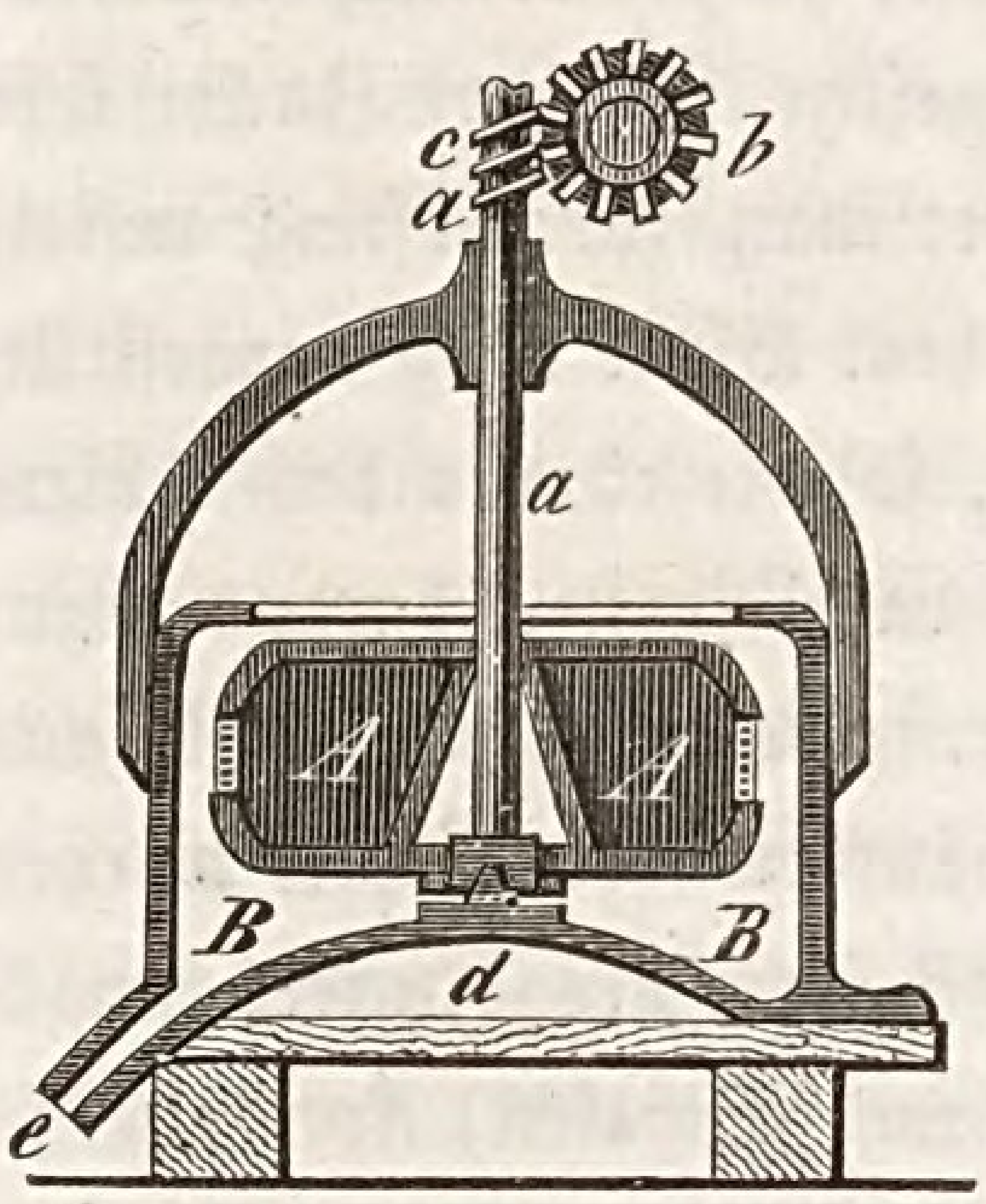
Clairciren.

Durch die Kostspieligkeit des Deckens ist man veranlaßt worden, das Decken zu umgehen und durch andere Methoden zu ersetzen. So durch das Clairciren, wobei man die concentrirte Zuckerlösung nicht in den Formen, sondern in Pfannen unter fleißigem Umrühren krystallisiren läßt und die krystallinische Masse in Kästen aus verzinktem Eisenblech bringt, deren Boden aus feinem Metallgewebe besteht, durch dessen Löcher der Syrup

abtropft. Die zwischen den Zuckerkrystallen befindliche Melasse wird durch reine Zuckerlösung verdrängt und sodann der feuchte Zucker in die Formen gefüllt. — Zur Beschleunigung des Deckens und Abtropfens hat man neuerdings die Centrifugalmaschine in der Zuckerfabrikation eingeführt, welcher Apparat dem bekannten Centrifugal-Trockenapparat (Hydroextracteur), der zum Trocknen der Baumwolle und Wolle in den Bleichereien und Färbereien dient, ähnlich ist. Fig. 83 zeigt die Maschine im vertikalen Durchschnitt durch die Axe. Die Trommel A ist von Messinggeflecht; der Boden ist nicht durchbrochen, und hat in der Mitte einen hohlen Kegel, der die Axe a a trägt. Die Axe wird durch das Getriebe b, das in die Schraube ohne Ende c eingreift, mitgetrieben. Sie macht **1000 — 1500** Umdrehungen in der Minute. Auf dem Boden des äußeren Cylinders B befindet sich der Zapfen d, um welchen die Trommel A sich dreht. Das Rohr e dient zum Abfließen des Syrups. Die erstarrte Zuckerlösung wird in die Trommel gefüllt. Vermöge der Centrifugalkraft verläßt die Melasse durch die Löcher des Metallgewebes die Zuckermasse, und läßt letztere im trocknen Zustande zurück. Man ist im Stande, durch diesen Apparat in 5 — 10 Minuten einen Centner trocknen Zuckers zu erhalten. Durch Befeuchten mit reinem Zuckersyrup läßt sich das Decken des Zuckers in der Centrifugalmaschine in der nämlichen Zeit bewerkstelligen.

Centrifugalapparat.

Fig. 83.



Zuckersorten. Die feinen Zuckersorten entstehen durch sorgfältiges Wiederholen aller genannten Operationen. Hierbei ist zu bemerken, daß, während wir Salze, z. B. Salpeter, durch wiederholtes Umkrystallisiren vollkommen rein darstellen können, der Zucker durch gleiche Behandlung nur bis zu einem gewissen Grade gereinigt werden kann, da derselbe durch abermaliges Auflösen, namentlich unter Mitwirkung von Wärme, in nicht krystallisirbaren Zucker übergeht. Die feinsten Zuckersorten sind Raffinade und Canarienzucker, darauf folgen Melis und zuletzt Lumpen-, Bastern- und Farinzucker. — Um Kandiszucker darzustellen, wird die concentrirte Zuckerlösung in kupferne Gefäße gebracht, welche mit Zwirnfäden durchzogen sind, und in stark geheizten Stuben un-

Kandiszucker.

gefähr 8 Tage lang stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit ist die Krystallisation beendigt. Die hellere oder dunklere Farbe des Kandiszuckers ist von der Reinheit der angewendeten Zuckerlösung abhängig.

Raffination des Rohzuckers aus Zuckerrohr.

Raffination des Rohzuckers aus Zuckerrohr. Der Rohzucker, so wie uns denselben die Colonien liefern, enthält, außer erdigen und sandigen Bestandtheilen, Melasse, färbende Substanzen, freie Säure u. s. w., weshalb derselbe in Europa einer besonderen Reinigung, der Raffination, unterworfen wird. Zu diesem Zwecke wird der Rohzucker in einem halben Theile Wasser gelöst und zu der Lösung Knochenkohle und ungefähr 1 Proc. Eiweiß aus Blut gesetzt. Ist der Zucker sehr unrein und zum Theil schon verdorben, so wendet man zur Lösung anstatt des Wassers Kalkmilch an. Das Eiweiß aus dem Blute wird dargestellt, indem man das Blut von Rindern und Hammeln, so wie es aus dem Thiere kommt, mit Ruthen schlägt, um den Faserstoff, das Fibrin, daraus abzuscheiden. Das zurückbleibende geschlagene Blut, zum größten Theile aus Eiweiß bestehend, wird in geschwefelten Fässern aufbewahrt. Eier werden ihres hohen Preises wegen nur selten zum Raffiniren des Zuckers angewandt. Sechs Stück derselben (Eiweiß, Eigelb und Schalen) kommen in ihrer Wirkung ungefähr einem Liter geschlagenem Blute gleich. Die mit Eiweiß und Kohle versetzte Zuckerlösung wird entweder über freiem Feuer, oder besser noch in mit Dampf geheizten Pfannen bis zur Coagulation des Eiweißes erhitzt und dann durch das Taylor'sche Filter filtrirt. Die ab-

Theorie der Raffination.

laufende Flüssigkeit ist farblos und zum größten Theile von den fremden Substanzen befreit. Die Reinigung geschieht theils durch das Vermögen der Thierkohle, Farbstoffe und Salze in ihren Poren aufzunehmen, theils aber auch durch das Eiweiß auf rein mechanischem Wege. Wenn man Eiweiß oder Blut in der zuckerhaltigen Flüssigkeit durch Umrühren fein zertheilt, so ist es in derselben gleichsam aufgelöst enthalten. Erhitzt man die Flüssigkeit bis zum Sieden, so coagulirt das Eiweiß nach und nach und strebt auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich zu vereinigen. Indem dies aber geschieht, werden, während des Coagulirens, alle fremdartigen Stoffe von dem Eiweiß umhüllt und der Flüssigkeit entzogen. Das Eiweiß bildet mit den Unreinigkeiten auf der Oberfläche der Flüssigkeit den Schaum; die Flüssigkeit selbst aber ist geklärt worden. Alle übrigen Operationen, wie

Fernere Operation bei der Raffination.

das **Eindampfen des Klärsels**, das **Füllen** und **Decken** sind denen der Rübenzuckerfabrikation ganz gleich.

Scoffren's Läuterungsmethode. Auf einem ganz entgegengesetzten Principe beruht die von J. Scoffren vorgeschlagene und in Spanien und England eingeführte Läuterungsmethode des Rohzuckers. Nach diesem Verfahren wird der Rohzuckerlösung basisch essigsaures Bleioxyd zugesetzt und das überschüssige Blei nach der Filtration mit schwefliger Säure entfernt. Die freigewordene Essigsäure so wie die im Ueberschuß vorhandene schweflige Säure werden beim Verdunsten der Zuckerlösung entfernt. Dieses Verfahren soll nicht nur Ersparniß an Arbeit und Zeit gewähren, sondern auch die Raffination des unreinsten Rohzuckers möglich und die Anwendung der Thierkohle entbehrlich machen. Die Anwendung von Blei bei diesem Verfahren hat von vielen Seiten Besorgnisse wegen der Schädlichkeit durch etwanigen Bleigehalt des raffinirten Zuckers erweckt. Ist auch durch genaue Untersuchungen nachgewiesen, daß der Bleigehalt des auf diese Weise hergestellten Rohzuckers unter einer eigentlich gefährlichen Höhe bleibt, so ist es doch immer bedenklich, eine so giftige Substanz, wie Bleisalz zur Herstellung eines Nahrungsmittels anzuwenden. — In neuerer Zeit hat man anstatt des Bleisalzes die Anwendung von schwefelsaurem Zinnoxyd in Verbindung mit überschüssiger Kalkmilch zum Läutern des Rohzuckers empfohlen. Ueber die Anwendung des Baryts zu gleichem Zwecke vergl. S. 284.

Melasse. Die bei der Raffination des Rohzuckers abfallende Melasse (holländischer oder hamburger Syrup) enthält den durch Umwandelung des Rohrzuckers entstandenen nicht krystallisirbaren Schleimzucker, so wie einen Theil unveränderten Rohrzucker (40—50 Proc.). Man wendet die Melasse in der Lebkuchenbäckerei und in der Bierbrauerei an. Zur Destillation und Fabrikation von Rum und anderen alkoholischen Flüssigkeiten findet sie seltener Anwendung, als die Melasse des Rübenzuckers, welche von sehr untergeordneter Qualität, alle Zersetzungsproducte des Zuckers und besonders die Salze enthält. Den von der Destillation zurückbleibenden Rückstand verwendet man sehr zweckmäßig zur Potaschefabrikation.

Krümelzucker. Der Krümelzucker $C_{12}H_{12}O_{12}$, Stärkezucker, Traubenzucker oder die Glücose kommt in der Natur häufiger als der Rohrzucker vor, was darin seinen Grund haben mag, daß die meisten Vegetabilien, in denen sich der Zucker findet, organische Säuren enthalten, welche wahrscheinlich die Umbildung des ursprünglich vorhandenen Rohrzuckers in Krümelzucker veranlaßt haben. Er findet sich ferner im Honig, der zum größten Theil aus Krümelzucker besteht. Da der Nectar der Blumen, welcher den

Bienen zur Nahrung dient, Rohrzucker enthält, so ist die Umwandelung desselben in dem Körper der Bienen jedenfalls durch eine Säure, vielleicht durch Ameisensäure, die man häufig in den Insekten antrifft, bewirkt worden. Auf künstlichem Wege bildet sich der Krümelzucker, wenn man Stärke, Holzfaser, Rohrzucker, Milchzucker und Gummi mit verdünnter Schwefelsäure kocht, oder wenn man Stärkemehl mit Malz oder mit Diastase zusammenbringt. Betrachtet man die Zusammensetzung der Stärke, so findet man, daß dieselbe durch Aufnahme von zwei Aequivalenten Wasser in Krümelzucker übergeht, denn:

$$\underbrace{C_{12}\ H_{10}\ O_{10}}_{\text{Stärke.}} + 2\ HO = \underbrace{C_{12}\ C_{12}\ O_{12}}_{\text{Krümelzucker.}}$$

Der Rohrzucker hat die Zusammensetzung $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$ und ist daher als das Zwischenglied zwischen Stärke und Krümelzucker zu betrachten. Die Möglichkeit ist demnach gegeben, Rohrzucker aus der Stärke darzustellen, sobald es gelingen sollte, die Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure auf
Eigenschaften des Krümelzuckers. die Stärke zu hemmen. Der **Krümelzucker** erscheint in kleinen weißen Körnern mit zwei Aequivalenten Wasser verbunden ($C_{12}\ H_{12}\ O_{12} + 2\ HO$). Er löst sich in $1^1/_2$ Th. kaltem Wasser, in jedem Verhältniß aber in siedendem. Eine Lösung des Rohrzuckers ist aber um das Dreifache süßer als die des Krümelzuckers. Gelöschter Kalk verbindet sich bei 70—100° mit dem Krümelzucker und giebt eine braune Flüssigkeit; diese Reaction giebt uns ein Mittel an die Hand, die Gegenwart des Krümelzuckers mit dem Rohrzucker nachzuweisen. Man stellt den **Krümel-**
Darstellung des Krümelzuckers. **zucker** im Großen aus der Stärke durch Kochen derselben mit verdünnter Schwefelsäure dar. Zu diesem Behufe kocht man 100 Th. Stärke mit 400 Th. Wasser und 1—2 Proc. Schwefelsäure 36—40 Stunden lang. Wenn alle Stärke in Krümelzucker verwandelt worden ist, was man daran erkennt, daß eine herausgenommene Probe durch einen Zusatz von Alkohol sich nicht mehr trübt (Stärke und Dextrin), und durch eine Auflösung von Jod nicht mehr gebläut wird (Stärke), zieht man die Flüssigkeit mittelst eines Hebers in ein Faß, neutralisirt sie mit Kreide und dampft die von schwefelsaurem Kalk abfiltrirte Lösung in flachen Pfannen bis zu einem dicken Syrup ein. Dieser Syrup wird entweder roh oder durch Thierkohle entfärbt in den Handel gebracht, oder noch weiter abgedampft, um den Zucker in fester Gestalt zu erhalten. Nach 8—14 Tagen hat sich

der Zucker ausgeschieden, der von der darüber stehenden Flüssigkeit getrennt

Anwendung desselben.

und getrocknet wird. Der Krümelzucker findet vorzüglich in Frankreich als Stärkesyrup vielfache Anwendung, namentlich benutzt man ihn zur Bierbrauerei und Alkoholfabrikation. Auch bedient man sich seiner zuweilen zur Verfälschung geringer Rohrzuckersorten.

Unterscheidung des Rohrzuckers vom Krümelzucker. Optische Probe. Polarisationsapparat.

Häufig ist es wichtig zu erfahren, ob Rohrzucker mit Krümelzucker vermischt ist. Das Drehungsvermögen beider Zuckerarten giebt uns ein Mittel an die Hand, dieselben von einander zu unterscheiden. Zur Bestimmung des Drehungsvermögens dient der Polarisationsapparat. Bekanntlich giebt es Flüssigkeiten, welche auf geradlinig polarisirtes Licht dieselbe Einwirkung ausüben, wie eine senkrecht zur Axe geschnittene Bergkrystallplatte, und zwar drehen einige dieser Flüssigkeiten die Polarisationsebene nach links (Gummi, Terpentinöl), andere nach rechts (Rohrzucker, Krümelzucker, Dextrin). Nach der Größe der Drehung, die eine Flüssigkeitsschicht von bestimmter Höhe an der Polarisationsebene hervorbringt, läßt sich der Gehalt der Flüssigkeit an diesen Stoffen beurtheilen. In Bezug auf ihr Drehungsvermögen findet man bei den wichtigsten Zuckerarten folgendes Verhältniß:

Rohrzucker $+ 42^0$

Krümelzucker $+ 33^0$

Milchzucker $+ 33^0$

(Dextrin $+ 86^0$).

Trommer's Probe.

Das Verhalten des Rohr- und Krümelzuckers zu Kupfervitriol unter Zusatz von Kali dient ebenfalls, beide Körper von einander zu unterscheiden. Setzt man zu einer Kupfervitriollösung Kali, so scheidet sich grünlichblaues Kupferoxydhydrat ab ($SO_3, CuO + KO, HO = CuO, HO + KO, SO_3$), das sich beim Erwärmen in schwarzes Kupferoxyd verwandelt. Ist in der Lösung Rohrzucker vorhanden, so färbt sie sich auf Zusatz von Kali intensiv blau und läßt sich selbst kochen, ohne daß sich rothes Kupferoxydul Cu_2O ausscheidet. Versetzt man aber eine Lösung von Krümelzucker und Kali so lange mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, bis das ausgeschiedene Kupferoxydhydrat wieder aufgelöst worden ist, so findet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr bald eine Ausscheidung von Kupferoxydul statt. Beim Erwärmen der Lösung scheidet sich sogleich Kupferoxydul ab. Diese Probe ist außerordentlich empfindlich. Sie heißt nach ihrem Erfinder die Trommer'sche Probe.

Reich's Probe. Um eine Verfälschung der Melasse mit Stärkesyrup zu ermitteln, wendet man nach Reich eine Lösung von zweifach chromsaurem Kali an. Erhitzt man eine siedende Lösung dieses Salzes mit reiner Melasse, so wird die Chromsäure unter heftiger Reaction reducirt. Stärkesyrup verhält sich gegen diese Lösung ganz indifferent und verhindert, wenn die Melasse bis zu $^1/_6$—$^1/_8$ beigemischt ist, die Reaction auf die Chromsäure.

Saccharimetrie. Saccharimetrie. Es ist von großer Wichtigkeit, den Gehalt der Rohstoffe an krystallisirbarem Rohrzucker zu erfahren. Obgleich es bis jetzt noch keine Methode giebt, welche allen Anforderungen der Praxis entspräche, so giebt es doch eine große Anzahl von Methoden, welche ihren Zweck mehr oder minder vollkommen erfüllen. Die erste saccharimetrische Barreswil's Probe. Probe ist die von Barreswil, welche in der That nichts als eine Anwendung der Trommer'schen Probe (vergl. S. 293) ist; sie wird auch von Fehling zu technischen Zwecken, zur Bestimmung des Zuckers in Rüben u. s. w. angewendet und ist hierzu auch sehr gut geeignet.

Die erforderliche alkalische Kupferoxydlösung stellt man dar, indem man eine Auflösung von 40 Grm. krystallinisch schwefelsaures Kupferoxyd in 160 Grm. Wasser mit einer Lösung von 160 Grm. neutralem weinsauren Kali in wenig Wasser, und 600 — 700 Grm. Aetznatronlösung von 1,12 spec. Gewicht mischt. Die Mischung wird auf 1154,4 Kubikcentimeter bei 15° verdünnt. Ein Liter (= 1000 Grm.) dieser Lösung enthält 34,650 Grm. Kupfervitriol und braucht zur Reduction 5 Grm. wasserfreien Krümelzucker (C_{12} H_{12} O_{12}). 10 Kubikcentimeter der Lösung entsprechen also 0,050 Grm. getrockneten Krümelzucker. Bei der Untersuchung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit verdünnt man dieselbe so, daß sie höchstens 1 Proc. Zucker enthält. Auf der anderen Seite verdünnt man 10 Kubikcentimeter der Kupferlösung mit 40 Kubikcentimetern Wasser, erhitzt die Flüssigkeit bis zum Sieden und setzt so lange Zuckerlösung zu, bis alles Kupfer reducirt ist. Je näher man diesem Punkte kommt, desto reichlicher und röther ist der Niederschlag und desto schneller setzt er sich ab. Eine Probe der abfiltrirten Flüssigkeit darf auf einem mit Blutlaugensalz getränkten und nachher getrockneten Papier keinen rothen Fleck hervorbringen. Um Rohrzucker auf diese Weise zu bestimmen, wird derselbe durch mehrstündiges Erhitzen mit Schwefelsäure oder Weinsäure in Krümelzucker verwandelt.

Péligot's Probe. Die Zuckerprobe von **Péligot** gründet sich auf die Eigenschaft des Rohrzuckers, eine bestimmte Verbindung mit Kalk einzugehen. Man digerirt die Zuckerlösung mit überschüssigem Kalk, filtrirt den Zuckerkalk ab und bestimmt die Menge Schwefelsäure, die erforderlich ist, um ein bestimmtes Volumen der mit Lakmus bläulich gefärbten Lösung zu neutralisiren. Aus der Menge der Säure berechnet man die Menge des Kalkes, aus der letzteren die Menge des Zuckers.

Die Gährungsmethode. Die **Gährungsmethode** wird in der neuern Zeit höchstens noch zur Bestimmung des Zuckergehaltes der Rüben angewendet; der Zucker ($C_{12} H_{12} O_{12}$) zerfällt bekanntlich bei der geistigen Gährung in Alkohol und Kohlensäure ($C_{12} H_{12} O_{12} = 2 C_4 H_6 O_2 + 4 CO_2$). Indem man die Gährung in einem geeigneten Apparate vornimmt und die Menge der Kohlensäure bestimmt, erfährt man die Quantität des vorhandenen Zuckers. Die Kohlensäure bestimmt man entweder durch die Gewichtszunahme eines mit Kalilauge gefüllten Gefäßes oder in Form von kohlensaurem Baryt, indem man die Kohlensäure durch eine ammoniakalische Lösung von Chlorbaryum strömen läßt.

Optische Probe. Die Drehung der Polarisationsebene (Seite 293) ist in der neueren Zeit vielfach benutzt worden, um den Gehalt an krystallisirbarem Zucker im Saft des Zuckerrohrs, der Rüben, im Syrup und in der Melasse zu bestimmen, da das Rotationsvermögen einer Zuckerlösung mit ihrer Concentration zunimmt.

Geht ein Lichtstrahl unter gewissen Bedingungen durch eine Quarzplatte des Polarisationsapparates, so wird der Strahl unter eigenthümlichen Farbenerscheinungen polarisirt; bringt man eine Säule von Zuckerlösung dazwischen, so zeigt diese einen gewissen Einfluß auf die Färbung, der um so größer ist, je mehr sie Zucker enthält. Die Größe dieses Einflusses wird nun gemessen durch die Dicke, welche man der Quarzplatte geben muß, um ihn zu compensiren. Die Zuckerlösungen werden bei diesen Proben mit einer Normallösung verglichen. Man benutzt als saccharimetrischen Polarisationsapparat den von **Soleil** und **Clerget**, so wie den von **Mitscherlich**. Durch genaue Versuche ist festgestellt, daß 15 Grm. Zucker in so viel Wasser gelöst, daß von der Auflösung 50 Kubikcentimeter angefüllt werden, die Polarisationsebene um 40° drehen, bei einer Länge des Rohres von 200 Millimeter. Vermittelst dieser Normallösung kann man nun leicht den Zuckergehalt einer Flüssigkeit bestimmen. Angenommen:

eine Zuckerlösung mache in dem Mitscherlich'schen Apparate eine Drehung des Zeigers bis auf 30° nothwendig, so ist:

$$40 : 30 = 15 : x$$

$$x = \frac{30 \,.\, 15}{40} = 11{,}25$$

d. h. bei einer Drehung von 30° in dem Raume von 50 Kubikcentimetern sind 11,25 Gramm Zucker gelöst; aus dem spec. Gewicht der Auflösung läßt sich leicht der Procent-Gehalt der Flüssigkeit an Zucker in Gewicht angeben. Hätten z. B. die mit obiger Zuckerlösung angefüllten 50 Kubikcentimeter 54,60 Grm. gewogen, so würde das spec. Gewicht der Lösung sein:

$$\frac{54{,}60 \,.\, 2}{100} = 1{,}092$$

In 54,60 Grm. der Zuckerlösung sind also enthalten 11,25 Grm. Zucker, mithin in 109,2 Grm. der Lösung 22,50 Grm. In 100 Theilen der Flüssigkeit sind also gelöst 20,6 Theil reiner, trockner Zucker, denn:

$$109{,}2 : 100 = 22{,}5 : x$$

$$x = 20{,}6.$$

Um die Runkelrüben auf ihren Gehalt an Zucker zu untersuchen, wird die abgeputzte Rübe zerrieben und der erhaltene Brei ausgepreßt. Mit diesem Safte füllt man 50 Kubikcentimeter an, setzt dazu 10 Kubikcentimeter Bleiessig, mischt beide Flüssigkeiten und filtrirt. Das klare Filtrat dient zur Bestimmung des Zuckergehaltes. Da aus 50 Kubikcentimetern Rübensaft durch Zusatz des Bleiessigs 60 Kubikcentimeter gemacht worden sind, so muß auch der Drehungswinkel um $^1/_5$ vergrößert werden. Hat nun der auf diese Weise geklärte Rübensaft eine Drehung von 15° gegeben, so würde dem Rübensafte für sich eine Drehung von 18° entsprechen, denn:

$$50 : 60 = 15 : x$$

$$x = 18.$$

Der Rübensaft wird hiernach, da 15 Grm. Zucker, in so viel Wasser gelöst, daß von der Auflösung 50 Kubikcentimeter angefüllt sind, 40° Drehung geben, in 50 Kubikcentimetern 6,75 Grammen Zucker entsprechen:

$$40^0 : 18^0 = 15 : x$$

$$x = 6{,}75$$

in 100 Kubikcentimetern also 13,5 Grm. Das spec. Gewicht einer solchen Zuckerlösung würde nach den von Mitscherlich berechneten Tabellen sein: 1,0528; 100 Kubikcentimeter der Lösung würden 105,28 Grm. wiegen. Demnach sind in 100 Gewichtstheilen Rübensaft enthalten 12,8 Gewichtstheile Zucker:

$$105,28 : 100 = 13,5 : x$$
$$x = 12,8.$$

Um zu erfahren, wie viel gewinnbarer Zucker in den Rüben enthalten ist, nimmt man an, daß durchschnittlich 80 Proc. Saft vom Gewicht der Rüben erhalten werden.

Payen's Probe. Payen's Probe ist nur für Rohzucker anwendbar. Zu ihrer Ausführung bringt man 10 Grm. des gröblich gepulverten Zuckers in eine Röhre und gießt darauf 10 Kubikcentimeter absoluten Alkohol, um dem Zucker alles Wasser zu entziehen. Darauf gießt man den Alkohol ab, und digerirt den Zucker mit ungefähr 50 Kubikcentimetern Probelösung, die man durch Auflösen von 50 Grm. weißen, getrockneten Zucker in einem Liter Alkohol von 85 Proc., zu welchem man 50 Kubikcentimeter Essigsäure gesetzt hat, erhält. Diese Flüssigkeit löst den nicht krystallisirbaren Zucker, die Melasse auf, zersetzt den Zuckerkalk, greift aber den krystallisirbaren Zucker nicht an, weil sie gesättigt ist. Der so behandelte zu untersuchende Zucker wird auf einem Filter gesammelt, mit Alkohol gewaschen und getrocknet, der Gewichtsverlust giebt die Menge des Wassers und der fremden Substanzen in dem Rohzucker.

Mannit. Der Mannit $C_6 H_7 O_6$ oder Mannazucker macht einen Bestandtheil der Manna aus, findet sich aber außerdem in mehreren anderen Pflanzensubstanzen, wie z. B. in den Mohrrüben, dem Sellerie, vielen Schwämmen, Algen, in dem Honigthau, und bildet sich bei der Milchsäuregährung neben Milchsäure in großer Menge. Man stellt den Mannit am besten aus der Manna dar, indem man nach Ruspini dieselbe in $\frac{1}{2}$ Th. destillirtem Wasser löst, mit Eiweiß klärt und die Lösung noch siedend heiß durch einen wollenen Spitzbeutel filtrirt. Der beim Erkalten sich ausscheidende Brei wird in der 6 — 7fachen Menge siedenden Wassers gelöst, die Lösung mit Thierkohle behandelt, heiß filtrirt und zum Krystallisiren abgedampft. Der Mannit erscheint in weißen Prismen oder Nadeln, von schwach süßem Geschmack, die sich leicht in Wasser und heißem Alkohol, schwer in kaltem lösen. Der reine Mannit hat bis jetzt noch nicht irgend

Knallmannit. eine technische Anwendung gefunden. Wohl aber verspricht der Nitromannit, Knallmannit oder explosive Mannit

$$C_6 \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ 3\ NO_4 \end{matrix} \right\} O_6$$

technischen Nutzen. Dieser interessante Körper wird dargestellt, indem man 1 Th. Mannit in 4 Th. rauchender Salpetersäure löst und zu der Lösung abgekühlte englische Schwefelsäure setzt. Wenn Flocken beginnen sich auszuscheiden, gießt man das Gemisch in eine große Menge Wasser. Nach 12 Stunden hat sich der Nitromannit zu Flocken zusammengesetzt, die sich leicht filtriren und auswaschen lassen. Nach dem Trocknen wird der Nitromannit in siedendem Alkohol gelöst und aus der Lösung krystallisiren gelassen. Er bildet auf diese Weise dargestellt farblose, seidenglänzende Prismen, die in einander verfilzt eine ziemlich voluminöse Masse ausmachen. Der Nitromannit explodirt beim Erhitzen und Schlagen stärker noch als das Knallquecksilber, vor welchem er den Vorzug hat, daß er ohne Gefahr dargestellt werden kann und beim Reiben sich nicht entzündet. Man hat ihn zur Füllung der Zündhütchen empfohlen.

Von der Gährung.

Von der Gährung im Allgemeinen. Ein in Zersetzung begriffener oder faulender organischer Körper so wie eine gewisse, auf der niedrigsten Stufe der Organisation stehende Pflanze, der Hefenpilz, können durch unmittelbare Berührung die Zersetzung einer anderen organischen Verbindung veranlassen, ohne daß die Elemente der einen Verbindung an die andere etwas abgeben oder derselben etwas entziehen. Diese Zersetzung einer organischen Verbindung nennt man Gährung. Die Zersetzung des gährungsfähigen organischen Körpers besteht entweder darin, daß derselbe sich in zwei oder mehrere Verbindungen spaltet, wie der Zucker in Alkohol und Kohlensäure, daß derselbe nur eine Andersgruppirung der Atome erleidet, oder nur Wasser aufnimmt oder ausscheidet, wie bei dem Uebergange des Milchzuckers in Milchsäure, oder daß endlich der Sauerstoff der Atmosphäre sich mit den Elementen des organischen Körpers, entweder zu neuen organischen Körpern (Essigsäure), oder zu einfachen, unorganischen, zu Kohlensäure, Kohlenwasserstoff u. s. w. verbindet. Letztere Art der Zersetzung nennt man Verwesung. Geht sie

vor sich unter Mitwirkung von Wasser und betrifft sie vorzugsweise Substanzen, bei deren Zersetzung sich übelriechende Gase entwickeln, so nennt man sie Fäulniß. Derjenige Körper, der die Gährung hervorzurufen im Stande ist, heißt das Ferment, bei der geistigen Gährung die Hefe. Das Ferment ist entweder ein organisirtes Wesen wie die Hefe, oder ein eiweißartiger Körper, eine sogenannte Proteinsubstanz, welche in Zersetzung begriffen ist. Die hier in Betracht kommenden Arten der Gährung sind:

1) Die geistige oder weinige Gährung, auf welche sich die Weinbereitung, die Bierbrauerei, die Branntweinbrennerei und die Bäckerei gründen;

2) die saure oder richtiger die Essigsäuregährung;

3) die Fäulniß, in so fern uns die Chemie Mittel darbietet, dieselbe aufzuhalten und zu verhindern.

Die geistige oder weinige Gährung.

Weinige Gährung, Bedingungen derselben und Allgemeines.

Die weinige oder geistige Gährung bewirkt das Zerfallen des Krümelzuckers in Alkohol und Kohlensäure:

$$\underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Krümelzucker.}} = \underbrace{2\,C_4H_6O_2}_{\text{Alkohol.}} + \underbrace{4\,CO_2}_{\text{Kohlensäure.}}$$

Unter den Zuckerarten können nur der Krümelzucker und eine andere nicht krystallisirbare Zuckerart, der Fruchtzucker, die geistige Gährung erleiden. Jede andere Zuckerart muß erst in eine dieser beiden Zuckerarten übergehen, ehe sie der geistigen Gährung fähig ist. Bedingungen zur Weingährung sind: 1) eine Lösung von 1 Th. Zucker in 4 — 10 Th. Wasser, 2) Gegenwart von Hefe, 3) eine Temperatur von 12—15°. Ist keine Hefe vorhanden, so treten zu den Bedingungen Proteinsubstanz und atmosphärische Luft, in so fern letztere zum Einleiten der Gährung erforderlich ist. Der Theorie nach geben 100 Th. trockner Krümelzucker 51,2 Th. Alkohol und 48,8 Th. Kohlensäure.

Theorie der Gewerbe, die sich auf die geistige Gährung gründen.

Weinbereitung, Bierbrauerei, Branntweinbrennerei und Bäckerei sind vier Gewerbe, die sich auf die geistige Gährung gründen. Während man aber bei der Branntweinbrennerei beabsichtigt, die ganze Menge des vorhandenen Zuckers in Alkohol und Kohlensäure zu zersetzen, sucht man in der Weinbereitung und in der Bierbrauerei

nur die Zersetzung des größten Theiles des Zuckers. Bei allen diesen Gewerben kommt nur der Alkohol in Betracht, während die zu gleicher Zeit gebildete Kohlensäure nur in einzelnen Fällen, wie bei der Fabrikation schäumender Biere und moussirender Weine Anwendung findet. Bei der Bäckerei umgekehrt sucht man nur einen kleinen Theil Zucker in Gährung zu versetzen und der hierbei erzeugte Alkohol bleibt unberücksichtigt, während die Kohlensäure, indem sie bei ihrem Entweichen den Brotteig auflockert, allein in Betracht kommt.

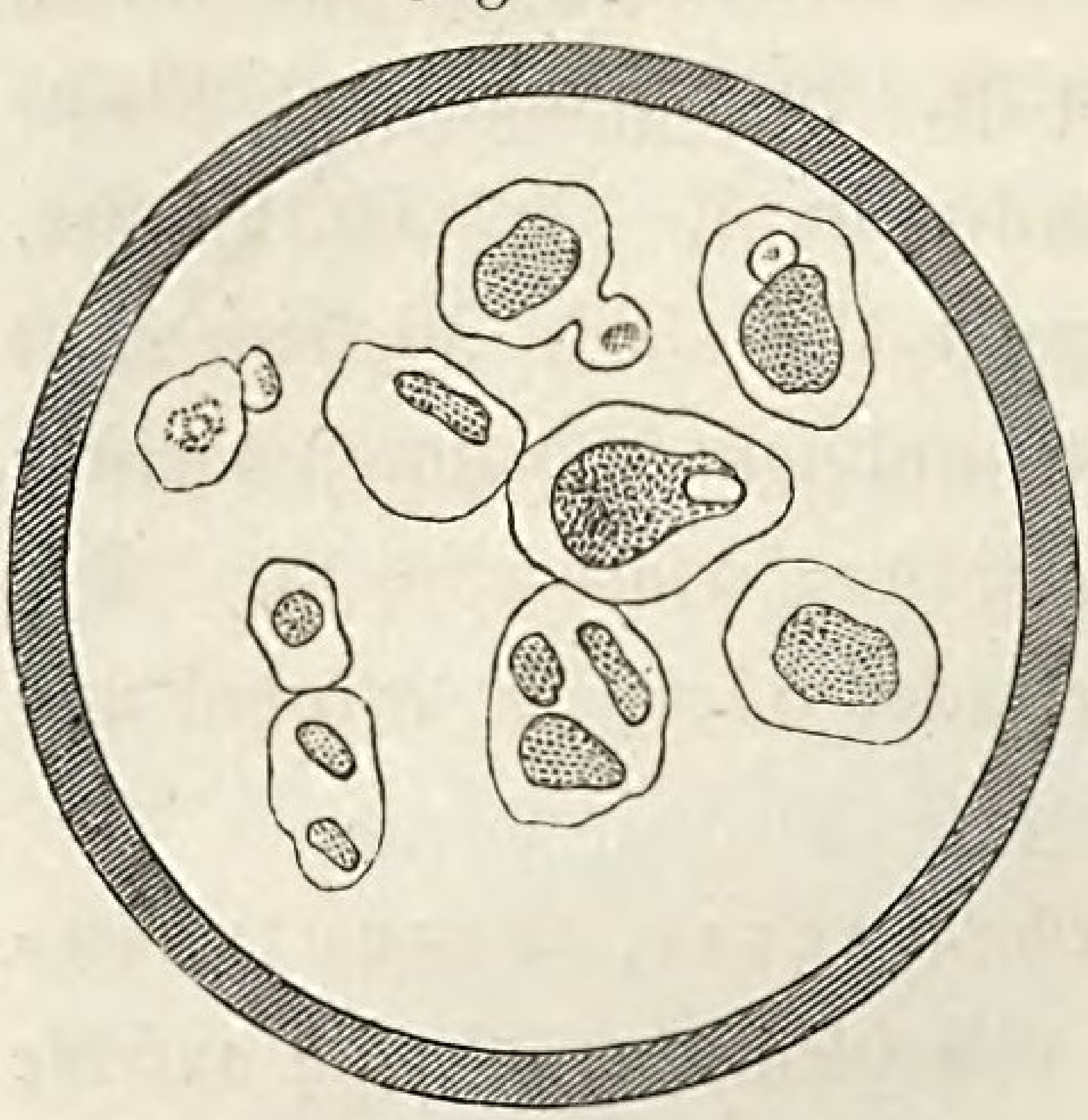
Natur der Hefe.

Die Hefe, die zum Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure unumgänglich nothwendig ist, ist nicht ein Absatz, ein Abschaum, eine Unreinigkeit, als welche man sie häufig zu bezeichnen pflegt. Sie ist ein organisirtes Wesen, eine Pflanze auf der niedrigsten Stufe der Organisation, deren Entstehung man sich auf folgende Weise zu erklären sucht: In der atmosphärischen Luft befinden sich Keime mikroskopischer Pflanzen und Thiere, die, wenn sie auf geeigneten Boden fallen, sich entwickeln und die niederen Gewächse und Infusorien erzeugen. Auch die Keime zur Hefe befinden sich in der Luft; kommt daher dieselbe mit Zuckerlösung und Proteinsubstanz zusammen, so entwickeln sich die Keime zu Hefe. Mikroskopische Untersuchungen haben gezeigt, daß dieselbe aus Zellen besteht, die bei der Oberhefe und bei der Unterhefe verschiedener Natur sind.

Oberhefe.

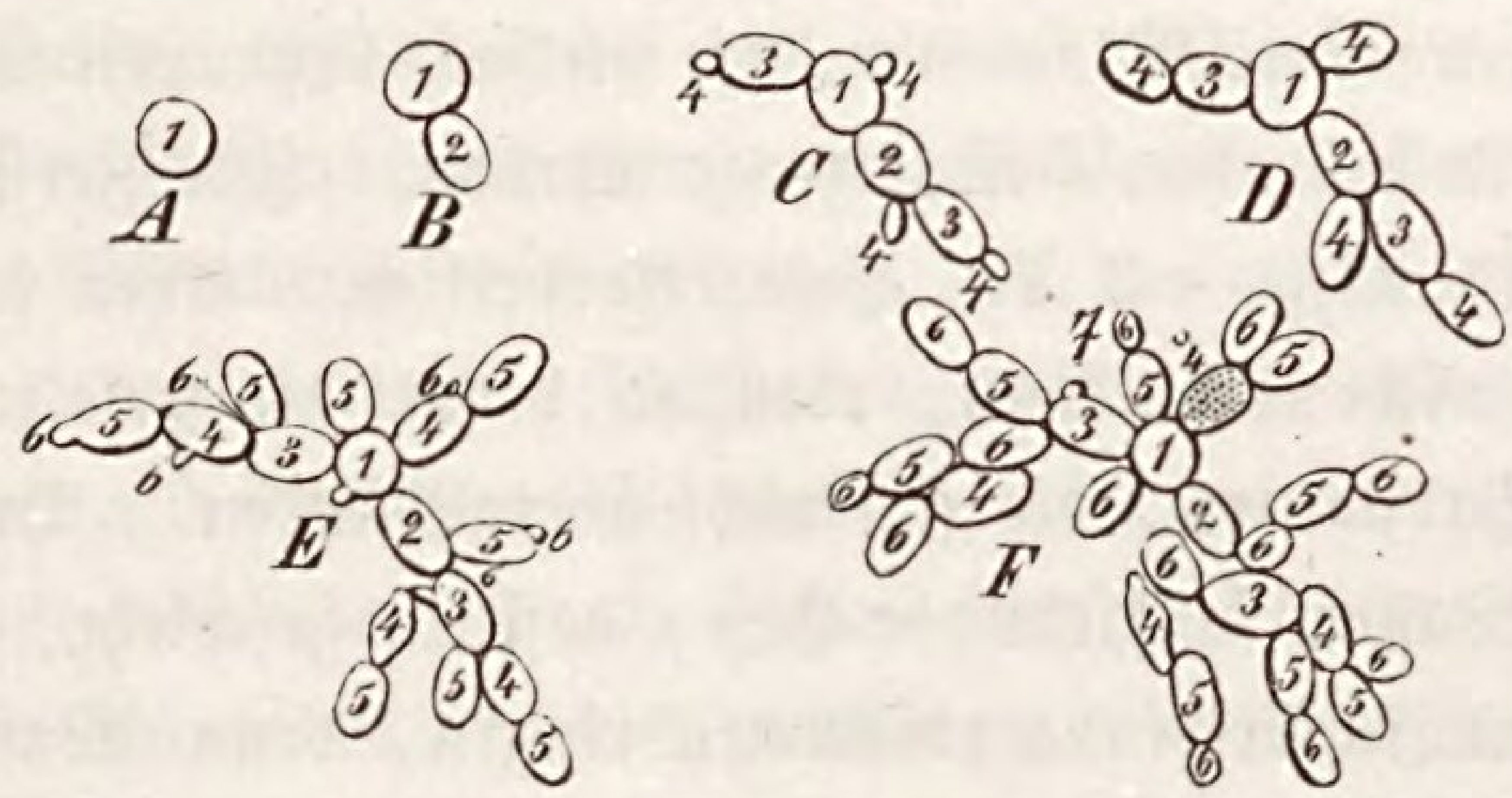
Die Oberhefe, von der uns beistehende Figur (Fig. 84) einige Zellen unter dem Mikroskope zeigt, besteht aus ovalen Zellen, von ziemlich gleicher Größe von höchstens 0,01 Millimeter Durchmesser, die theils einzeln, theils mit anderen Zellen verbunden in der Flüssigkeit herumschwimmen. Die Oberhefe erscheint als ein mit einer Hülle versehener Körper, in dessen Mitte sich ein dunkler Kern befindet, der aus einem oder mehreren Stücken besteht. Die Fortpflanzung geschieht durch Ausdehnung der Zellenhülle. Als ich eine einzelne Hefenzelle mit etwas Bierwürze gemischt unter das Mikroskop brachte, fand ich schon nach mehreren Stunden, daß der Kern im Innern der Zelle sich in mehrere

Fig. 84.



Theile theilte, und daß die Theile an verschiedenen Stellen sich dem Zellenrande näherten. Nach Verlauf von fünf Stunden waren aus der Mutterzelle zwei neue Zellen entstanden und nach 20 Stunden hatten sich noch neun Zellen dazu gesellt. Mitscherlich beobachtete, daß eine Zelle innerhalb 3 Tagen gegen 30 neue Zellen erzeugt hatte. Beifolgende Abbildung (Fig. 85) zeigt uns das Ansehen dieser Hefe zu verschiedenen Zeiten ihrer

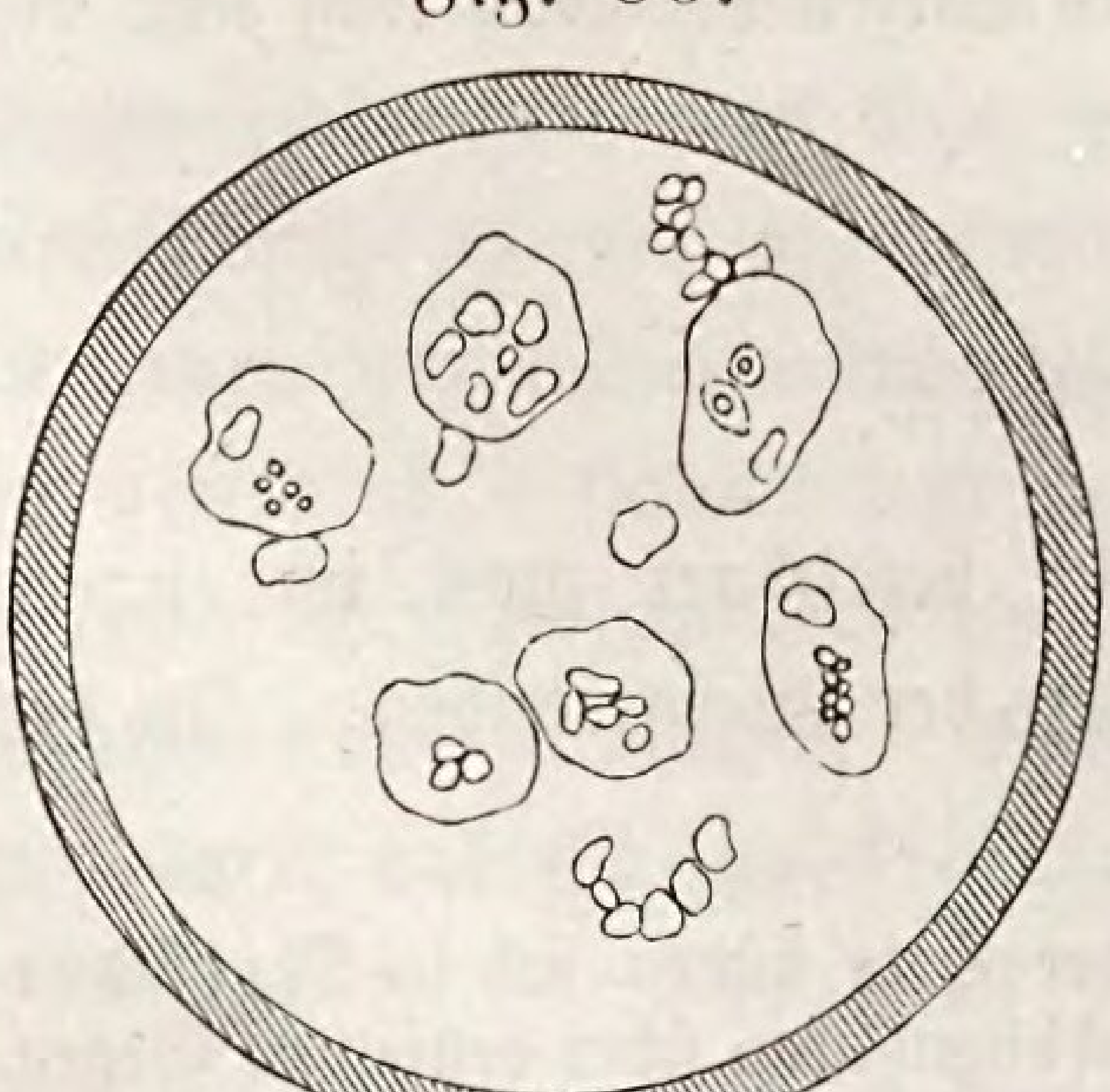
Fig. 85.



Fortpflanzung. Die in den Zellen befindlichen Zahlen deuten an, welcher Generation die Zelle gehört. Bei jedem neuen Buchstaben ist eine Generation mehr zu bemerken.

Unterhefe. Die Unterhefe besteht wohl auch aus Zellen, von denen einige ihrer Größe nach den Oberhefenzellen ähneln, sie sind aber nicht zusammenhängend wie jene. Die meisten der Unterhefenzellen sind bei weitem kleiner und von den verschiedensten Dimensionen. In dem Inneren der größeren Zellen bemerkt man deutlich kleine Zellchen, die sich, nach dem Ansehen zu urtheilen, wie die große Zelle verhalten. Man zählt deren drei, vier und mehrere, oder es sind dieselben in solcher Zahl vorhanden, daß sie durch ihre Menge zu einer nebelartigen Masse verschwimmen. Figur 86 zeigt uns einige Unterhefenzellen. In Bezug auf die Fortpflanzung derselben ist zu erwähnen, daß diese Art der Hefe sich wie viele Kryptogamen durch Sporen vermehrt. Die in der Mitte der Mutterzelle befindlichen kleinen Zellen schlüpfen durch Platzen der Zellenhülle aus. Aus einer großen Zelle

Fig. 86.



sah ich mindestens 30—40 kleine Zellchen sich entwickeln*). Oberhefe bei 7° mit Bierwürze zusammengebracht, geht zum größten Theil in Unterhefe über, während Unterhefe bei 20° nicht in Oberhefe übergeht.

Verlauf der Gährung. Wenn alle Bedingungen zur geistigen Gährung gegeben sind, so trübt sich die Flüssigkeit. Von den Hefentheilchen steigen Kohlensäurebläschen auf und die Temperatur der Flüssigkeit steigert sich, bis nach Verlauf von 2 Tagen bis zu mehreren Wochen die Gährung beendigt ist. Die Hefe ist das primum movens der geistigen Gährung, und ihre Gegenwart kein secundäres Phänomen, wie vielfach behauptet worden ist. Nie ist bis jetzt Alkohol ohne Hefe erzeugt worden. Zur Zersetzung von 100 Th. Zucker sind $2\frac{1}{2}$ — 3 Th. Hefe erforderlich. Eben so wie ein Thier ohne Nahrung nicht leben kann, eben so bedarf die Hefe zu ihrer Vegetation gewisser Substanzen, die sich nicht überall finden. Bringen wir Hefe in destillirtes Wasser, so stirbt die Hefe; dasselbe geschieht, wenn wir Hefe mit einer reinen Zuckerlösung zusammenbringen, denn Wasser und Zucker enthalten keine Bestandtheile, die zum Leben der Hefe dienen können. Wenn wir Hefe analysiren, so finden wir dieselbe zum größten Theile aus einer stickstoffhaltigen Substanz bestehen, die in ihrer Zusammensetzung der des Klebers und des Eiweißes nahe kommt. Damit also Hefe wachse, müssen wir sie in eine Flüssigkeit bringen, die derartige Substanzen enthält; eine solche Flüssigkeit ist die Bierwürze oder der Most. Indem sich aber die Hefe auf Kosten jener stickstoffhaltigen Substanzen vermehrt, zersetzt sie auch den Zucker in Alkohol und Kohlensäure, ohne jedoch etwas von diesen beiden Körpern in sich aufzunehmen. Man hat versucht, die geistige Gährung einen Vegetationsproceß zu nennen, bei welchem gewissermaßen Alkohol und Kohlensäure den Excrementen der Thiere zu vergleichen seien. Ungeachtet vielfältiger Hypothesen ist aber das Wesen der Gährung und die Rolle der Hefe bei derselben noch unergründet.

Die Weinbereitung.

Weinbereitung. Mit dem Namen „Wein" bezeichnet man im engern Sinne den ausgepreßten und gegohrenen Saft der Weintrauben. In der

*) Ausführlichere Angaben über die Natur der Hefe finden sich in Mitscherlich's Lehrb. d. Chem. I. p. 370 und in meiner Abhandlung über denselben Gegenstand: Journ. für praktische Chemie XLV. p. 241.

allgemeineren Bedeutung des Wortes versteht man darunter jede zuckerhaltige Flüssigkeit, welche die geistige Gährung überstanden hat. Besonders aber nennt man außer dem gegohrenen Traubensafte solche Flüssigkeiten Wein, welche durch Gährung des Saftes süßer Früchte entstanden sind. Da in diesem Safte außer dem Krümelzucker stets noch eiweißartige Körper gelöst sind, so geht derselbe an der Luft ohne Zusatz eines Ferments in die geistige Gährung über. Wir betrachten zuerst den Wein aus Weintrauben, der je nach den verschiedenen Ländern bezüglich des Geschmacks, der Farbe, des Grunds u. s. w. die größten Verschiedenheiten zeigt. Diese Verschiedenheiten sind von den Varietäten des Weinstockes, von der Lage der Weinberge, dem Klären, von der Behandlungsweise der Trauben beim Lesen und der Darstellungsweise des Weines abhängig. Man unterscheidet gewöhnlich weiße und rothe Weine. Zu den ersteren rechnet man auch alle Sorten von gelber und gelbbrauner Farbe. Die Bereitung des Mostes zerfällt in zwei Operationen, nämlich in das Zerquetschen der Weintrauben und das Auspressen der zerquetschten Masse, in das Keltern. Es versteht sich von selbst, daß die Trauben völlig reif sein müssen, ehe man dieselben pflückt und Most daraus bereitet. Das Zerquetschen der Trauben geht entweder in der Trethütte, vermittelst bloßer Füße, oder besser in Stampfmühlen und Weinmühlen vor sich. Aus der zerquetschten Masse fließt ein großer Theil des Saftes oder Mostes freiwillig ab, der zurückbleibende Theil wird durch die Kelter herausgeschafft. Die Keltern sind gewöhnlich Schraubenpressen, d. h. einfache Pressen mit einer hölzernen Schraube.

Wein aus Weintrauben.

Bereitung des Mostes.

Most. Der ausgepreßte Traubensaft oder Most enthält alle in den Weintrauben enthaltenen löslichen Theile und ist durch darin suspendirte Pflanzentheile trübe. Die hauptsächlichsten Bestandtheile sind: Krümelzucker (10—28 Proc.), Pektin, einige Farb- und Riechstoffe, einige eiweißartige Körper, organische Säuren, besonders Weinsäure und Citronensäure, und mineralische Bestandtheile, unter denen Kali vorzugsweise zu erwähnen ist. Häufig setzt man zu dem Moste noch eine Auflösung von Stärke- oder Rohrzucker, um den durch die Gährung entstehenden Wein alkoholreicher zu machen. Man nennt das Verfahren, dem Moste Zucker zuzusetzen, das Chaptalisiren.

Gährung des Saftes. Der Most wird sogleich nach dem Auspressen in große Fässer gebracht, welche aber nicht vollständig angefüllt werden. Eine Tem-

peratur von 15—20° ist zur Gährung am günstigsten. Dadurch, daß man plötzlichen Temperaturwechsel vermeidet, kann man den Verlauf der Gährung reguliren. Bei der Bereitung von Weinen, die zur Destillation bestimmt sind, wendet man häufig gemauerte Behälter an. Die Gährung tritt sehr bald ein und es bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine schaumige Decke, in der sich wegen ihrer großen Oberfläche, stets Essigsäure erzeugt, die auf die Haltbarkeit der Weine von dem nachtheiligsten Einflusse ist. Um die Essigsäurebildung zu verhüten, verschließt man die außerdem gewöhnlich offen bleibenden Bottiche luftdicht und leitet die bei der Gährung sich entwickelnde Kohlensäure durch ein aufgesetztes Rohr ab, dessen Mündung unter Wasser befindlich ist. Die Gährung dauert bei den gewöhnlichen Weinen 3 — 8 Tage lang. Von den während derselben zu Boden gefallenen Stoffen muß die helle Flüssigkeit getrennt werden, da sonst durch die zu große Menge des Ferments die Essigsäurebildung eintreten würde. Man zieht den jungen Wein auf kleinere Fässer ab, lagert dieselben mit locker aufgesetztem Spunde im Keller und läßt den Wein nachgähren. Die Nachgährung hat zum Zweck, die Hefe und den in dem Moste gelösten Weinstein*) auszuscheiden. Erstere scheidet sich theils als Schlamm am Boden des Gefäßes, theils von dem Weinstein eingeschlossen aus. Der nachgegohrene Wein wird sodann in Lagerfässer gezapft (abgestochen).

Nachgährung.

Rothe Weine.

Die rothen Weine verdanken ihre Farbe der Schale

*) Der Weinstein (Tartarus) findet sich im Traubensafte und besteht wesentlich aus zweifach weinsaurem Kali (Cremor tartari). Er ist im Wasser löslich, nicht aber in Alkohol oder einem Gemisch aus Alkohol und Wasser. In dem Maße als die Weingährung und die Alkoholbildung vor sich geht, scheidet sich daher der Weinstein in den Fässern in Gestalt rother oder schmutziggelber Krusten ab. Den rothen Weinstein reinigt man durch Auflösen in siedendem Wasser und Behandeln der siedenden Lösung mit Thon. Durch letzteren werden die färbenden Bestandtheile entfernt und die Flüssigkeit geklärt. Die helle Flüssigkeit wird zum Krystallisiren abgedampft. Der erhaltene krystallisirte Weinstein ist entweder großkrystallinisch oder er bildet ein feines Pulver, den eigentlichen Cremor tartari. Der gereinigte Weinstein hat die Formel $C_8 H_4 O_{10}$, HO, KO. Aus diesem Salze stellt man die für die Kattundruckerei als Aetzbeize wichtige Weinsäure $C_8 H_4 O_{10}$, 2 HO dar, indem man Cremor tartari mit der 20fachen Menge Wasser erhitzt und in die siedende Masse Kreide einträgt, bis kein Aufbrausen mehr stattfindet. Es bildet sich unlöslicher weinsaurer Kalk und leicht lösliches neutrales weinsaures Kali ($KO, C_4 H_2 O_5 + HO, C_4 H_2 O_5 + Ca O, CO_2 = KO, C_4 H_2 O_5 + Ca O, C_4 H_2 O_5 + CO_2 + HO$). Zu der Lösung des letzteren Salzes setzt man so lange Chlorcalciumlösung, als noch ein Niederschlag entsteht ($KO, C_4 H_2 O_5 + Cl Ca = CaO, C_4 H_2 O_5 + KCl$). Der Niederschlag wird dem vorher erhaltenen beigemischt und durch Schwefelsäure zersetzt. Die vom ausgeschiedenen

der Trauben. Damit sich der Farbstoff*) auflöst, läßt man den Traubensaft mit den blauen Hülsen und Kämmen gähren und preßt ihn erst nach der Gährung aus. Blaue Trauben geben weißen Wein, wenn der Saft von den Hülsen getrennt, der Gährung unterworfen wird. Zum Färben der Weine wendet man auch verschiedene Farbstoffe an, z. B. rothe Beeren und Lakmus zum Färben des Champagners.

Klären des Weines.

Die Klärung des Weines erfolgt auf den Lagerfässern nur außerordentlich langsam. Um dieselbe zu beschleunigen, versetzt man den Wein mit Hausenblase, Eiweiß oder Leim, welche Substanzen sich mit den trüben Beimengungen zu Boden setzen. Bei rothen Weinen wendet man zum Klären oder Schönen hauptsächlich Eiweiß oder Blut an; diese Körper verbinden sich mit einem Theile der in dem Weine enthaltenen Gerbsäure zu einem unlöslichen, flockigen Körper, der die trüben suspendirten Substanzen einhüllt und aus der Flüssigkeit entfernt. Bei weißen Weinen, die keine hinlängliche Menge Gerbsäure enthalten, benutzt man Hausenblase zum Klären. Die Details dieser Art des Klärens werden bei der Fabrikation des Bieres folgen.

Chemische Beschaffenheit des Weines.

Der Wein enthält fast alle Bestandtheile des Mostes und Producte seiner theilweisen Zersetzung. Seine Bestandtheile sind theils flüchtig, theils nicht flüchtig. Zu den flüchtigen gehören Alkohol und Aether, zu den nicht flüchtigen Zucker, zweifach weinsaures Kali, äpfelsaure Salze (zuweilen freie Weinsäure und Aepfelsäure), einige gummiähnliche Körper, mineralische Bestandtheile, Gerbsäure und Farbstoff. Der in dem Moste enthaltene Krümelzucker ist zum größten Theil in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt. Der Alkoholgehalt der Weinsorten ist außerordentlich verschieden. Um denselben genau zu finden, destillirt man

---

Gyps abfiltrirte Lösung wird zum Krystallisiren abgedampft. Die Weinsäure krystallisirt in wasserhellen, farb- und geruchlosen Säulen von saurem Geschmack, löst sich leicht in Wasser, schwerer in Alkohol und ist eine der stärksten organischen Säuren. — Von ihren Verbindungen mit Basen sind zu erwähnen der bekannte Brechweinstein (weinsaures Antimonoxyd-Kali) und die weinsaure Thonerde, die als Beizmittel in der Färberei Anwendung findet. Man stellt die letztere durch Vermischen von 2 Th. Weinsäure mit 8 Th. Alaun, und Lösen des Gemenges in Wasser dar.

*) Nach Batillot sind in den rothen Weinen zwei Farbstoffe, der Rosit und der Purprit. Der Rosit ist rosenfarbig und vorwiegend in dem Bodensatz der Fässer nach dem ersten Abstechen enthalten. Der Bodensatz alter Weine besteht fast ganz aus Purprit; letzterer ist von schwärzlich dunkelrother Farbe und herbem Geschmack.

von 250 Gr. Wein 50—70 Gr. langsam ab und berechnet aus dem spec. Gewichte des Destillats den Alkoholgehalt. Folgende Tabelle zeigt uns den Alkoholgehalt einiger Weinsorten in Gewichtsprocenten ausgedrückt:

Alkoholgehalt.

Portwein . . .	16,20	Steinberger . .	10,07
Xeres . . .	15,37	Markebrunner . .	11,14
Madeira .	14,09—16,90	Eisler . . .	11,9
Malaga .	9,9—12,76	Scharlachberger .	12,1
Lunel . . .	13,7	Postmeister Werle .	8,22
St. Estèphe . .	9,7	Rothberger . .	10,44
Champagner (Mousseur)	4,1	Heckler . . .	9,97
Champagner (nicht mouss.)	4,7	Auerbacher Rott .	10,66

Blume. Ein anderer Bestandtheil des Weines ist die Blume oder das Bouquet, über dessen Natur wir fast nichts wissen. Sicher ist es, daß sich die Blume durch das Lagern aus dem Alkohol des Weines und der in dem Wein enthaltenen Säure, namentlich der Weinsäure, bildet und eine ätherartige Verbindung ist. Die Blume ist bei einer jeden Weinsorte eine verschiedene und charakterisirt die einzelnen Weine. Nicht zu verwechseln mit derselben ist eine andere in jedem Weine vorkommende ätherartige Substanz, der Pelargonsäureäther (früher Oenanthäther genannt) $C_{22} H_{22} O_4 = C_{18} H_{17} O_3 + C_4 H_5 O$, der die Ursache des eigenthümlichen Weingeruches ist, den man besonders in ausgeleerten Weinfässern bemerkt. Diese Verbindung bildet sich ebenfalls beim Gähren des Zuckers behufs der Rumfabrikation. — Außer dem Weingeist und Pelargonsäureäther finden sich in einigen Weinsorten andere flüchtige Körper, so z. B. in den Weinen von Bordeaux Essigäther.

Extractgehalt. Durch Eintrocknen einer kleinen Menge Wein bei 100° erfährt man die Menge des Extractes. Der Extractgehalt ist eben so wie der Alkoholgehalt ein sehr verschiedener. Kersting fand in einigen Weinsorten der Bergstraße 2,38, 2,44, 2,09 und 1,65 p. Ct. Extract, Fresenius in einigen Sorten jungen Rheingauer Weines 4,2, 5,2, 5,5 und 10,5 p. Ct. Das Extract besteht aus den gummiartigen Stoffen, unzersetztem Zucker, den nicht flüchtigen organischen Säuren und den mineralischen Bestandtheilen. Die gummiartigen Stoffe geben dem Wein eine dickflüssige, ölige Beschaffenheit, sie sind in den edlen Weinen in größerer

Quantität enthalten als in den gewöhnlichen Weinsorten, so daß die Quantität von festem Rückstand von einem Weine einen besseren Anhaltepunkt zur Beurtheilung seines Werthes giebt, als die Ermittelung des Alkoholgehaltes; da die alkoholreichsten Weine bekanntlich nicht immer die besten sind. Die Weinsäure ist ein sehr wesentlicher Bestandtheil des Weines und ist nach Batillot ein ausgezeichnetes Mittel, die Haltbarkeit der Rothweine zu erhöhen. Sie ist nicht allein ein wahres Präservativ gegen viele sogenannte Krankheiten des Weines, sondern auch gegen den schädlichen Einfluß hoher Temperaturen. Die Bordeauxweine haben den großen Vorzug, daß sie ohne Schaden die Linie passiren können, dem Burgunder läßt sich diese Eigenschaft ertheilen, indem man auf das Liter einen Grammen Weinsäure zusetzt. — In den Rheinweinen ist der Gehalt an Weinsäure sehr bedeutend. Obgleich die Bildung der Blume durch diese Säure vermittelt wird, so ist doch die freie Säure besonders in alten Weinen sehr auffallend. Um dieselbe auf unschädliche Weise zu entfernen, schlägt Liebig vor, dem Weine etwas neutrales weinsaures Kali ($KO, C_4 H_2 O_5$) zuzusetzen, das, indem es freie Säure und Wasser aufnimmt, in Cremor tartari ($KO, 2 C_4 \cdot H_2 O_5, HO$) übergeht und sich als solcher ausscheidet. Freie Säure, wenn sie, wie in den Portweinen, von Essigsäure herrührt, kann durch das neutrale weinsaure Kali natürlicherweise nicht entfernt werden. Der Säuregehalt beträgt in den Rheinweinen 0,53—0,81 p. Ct. Die mineralischen Bestandtheile des Weines kommen wenig in Betracht.

Je mehr die Blume des Weines entwickelt ist und je höher der Extract- und Alkoholgehalt, desto geschätzter ist im Allgemeinen die Weinsorte.

Moussirender Wein. Der moussirende Wein, Schaumwein (Champagner), ist ein aus Traubensaft bereitetes Getränk, welches durch reichliche Gährung vermittelst Zuckerzusatz in gut verschlossenen starken Glasflaschen 6—7 Volumina Kohlensäure comprimirt enthält, welche nach dem Entkorken der Flaschen unter Aufschäumen entweicht. Die Eigenschaft des Aufschäumens verdankt der Schaumwein der Kohlensäure, die durch Nachgährung in den Flaschen selbst sich erzeugt, und in der Flüssigkeit sich aufzulösen gezwungen wird. Seine Eigenthümlichkeit und Vorzüglichkeit verdankt der französische moussirende Wein dem Umstande, daß die Weinstöcke auf einem Kreideboden wachsen. Zu seiner Bereitung werden die Beeren mit vorzüglicher Sorgfalt ausgesucht und der durch das Auspressen dersel-

20*

ben gewonnene Saft unvollständig gähren gelassen. Wenn der Wein wiederholt geklärt und abgezogen worden ist, mischt man ihn mit 3—5 p. Ct. sogenannten Liqueur (einer Auflösung von 1 Th. weißem Kandiszucker in 1 Th. weißem Wein) und füllt ihn dann auf Flaschen, die wohl verkorkt und mit Draht verschlossen werden. Obschon man jetzt dazu Flaschen anwendet, die einen Druck von 15-Atmosphären aushalten, findet durch Zerspringen der Flaschen ein Verlust von 5—8 p. Ct. statt, der früher aber sich selbst bis zu 30 p. Ct. steigerte. Unter den Flaschen sind Rinnen befestigt, damit der durch das Zerspringen der Flaschen ablaufende Wein nicht verloren gehe und noch zur Essigfabrikation benutzt werden könne. Um die während der Nachgährung abgeschiedene Hefe aus der Flasche zu entfernen, dreht ein Arbeiter dieselbe um, öffnet den Kork und läßt so viel Schaum austreten, bis alle Hefe entfernt ist. Darauf wird die Flasche mit Wein, Liqueur und etwas Alkohol angefüllt, verkorkt und verdrahtet. Das Entfernen der Hefe aus den Flaschen ist eine der schwierigsten Operationen der Champagnerfabrikation. Man nennt sie „Dégorgeage". Häufig stellt man künstlichen Champagner auf die Weise dar, daß man in mit Zucker versetzten Wein mehrere Volumen Kohlensäure, nach Art der künstlichen Mineralwässer, der Limonade gazeuse u. s. w., comprimirt. In diesem Falle muß aber alle eiweißartige Substanz vorher möglichst aus dem Weine entfernt werden, da außerdem dieselbe durch die Kohlensäure gefällt wird, wodurch der Wein ein milchiges Ansehen erhält. In neuerer Zeit stellt man auch in Deutschland aus leichten Weinen einen dem Champagner ganz ähnlichen Schaumwein dar, der selbst den Kenner zu täuschen vermag. Man verwendet hierzu vorzüglich Rhein-, Neckar-, Main-, Meißner- und Naumburgerweine. Unter den Obstweinen sind die bekanntesten der aus Aepfeln

Cider. dargestellte, Cider, der aus Birnen, Poiré und der aus Stachelbeeren (Gooseberry-Wine). Man erhält sie durch Zerquetschen, Auspressen und Gähren lassen des Saftes. Da derselbe aber häufig viel freie Säure (Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure) enthält, so setzt man vor der Gährung gewöhnlich Zucker hinzu. Durch Gährung von Honig erhält man den Meth oder Honigwein, durch Gährung des Saftes, der aus angebohrten Birkenstämmen im Februar und März ausfließt, den Birkwein.

Bierbrauerei.

Bierbrauerei. Unter Bier versteht man dasjenige unvollständig vergohrene und noch gährende geistige Getränk, welches aus stärkmehlhaltigen Substanzen, meist aus Gerste und Weizen, seltener Hafer und Kartoffeln, und Hopfen durch geistige Gährung, aber ohne Destillation gewonnen worden ist. Die Fabrikation des Bieres, die Bierbrauerei, zerfällt in fünf Operationen, nämlich:

1) in das Malzen des Getreides;
2) in das Einmaischen;
3) in das Würzekochen;
4) in das Kühlen der Würze;
5) in die Gährung.

Rohmaterialien der Bierbrauerei. Als Material der Bildung des Weingeistes im Bier ist jede stärkmehlhaltige Substanz anwendbar. In der Praxis giebt man aber den Cerealien den Vorzug, unter diesen wiederum der Gerste. Gerste. Wissenschaftlich läßt sich kein genügender Grund angeben, warum man die Gerste dem stärkmehlreicheren Weizen vorzieht. Die Erfahrung lehrt aber, daß die gekeimte Gerste eine größere zuckerbildende Eigenschaft besitzt, als jede andere Getreideart. In Bayern, als in demjenigen Lande, in welchem die Bierbrauerei die größte Ausdehnung und die größte Vollkommenheit erlangt hat, zieht man die große zweizeilige Gerste (Hordeum distichon) allen übrigen Sorten vor. Die Brauer nehmen beim Einkauf der Gerste auf die Gegend, Bodenart und Cultur derselben Rücksicht. Goldgelbe Farbe, Geruch- und Geschmacklosigkeit, gleiche Größe der Körner, verhältnißmäßig große Schwere und regelmäßiges Keimen betrachtet man als Eigenschaften einer guten Gerste. Ein Alter von mehr als drei Jahren macht die Gerste zur Erzeugung eines guten Bieres untauglich. Die Gerste besteht, wenn wir von der organischen Structur derselben absehen, aus Stärkmehl, Kleber, einer geringen Menge Zucker, Dextrin, Eiweiß, einer fetten Substanz, Holzfaser und einigen mineralischen Bestandtheilen, unter denen besonders phosphorsaures Kali, phosphorsaure Talkerde und Kalisalze hervorzuheben sind. Gleiches gilt vom Weizen und Hafer.

Zucker. In Frankreich benutzt man außer den stärkmehlhaltigen Körpern schon längere Zeit als Zusatz in der Bierbrauerei Zucker; wie Roh-

zucker, Stärkezucker und Melasse. Die auf diese Weise dargestellten Biere sind allerdings haltbarer, haben aber einen anderen Geschmack und andere Bestandtheile als die allein mit Cerealien gebrauten. Der Zusatz von Kartoffeln, vom chemischen Standpunkt aus gerechtfertigt, hat in den Ländern, die anerkannt das beste Bier liefern, keinen Eingang gefunden.

Hopfen. Ein zweites Material zur Bierbrauerei ist der Hopfen, welchem das Bier seinen bittergewürzhaften Geschmack, zum Theil seine betäubenden Eigenschaften und seine Haltbarkeit verdankt. Das, was man in der Bierbrauerei „Hopfen" nennt, sind die weiblichen Blüthen (Zapfen, Kätzchen) der Hopfenpflanze (Humulus lupulus L.), einer perennirenden Pflanze aus der Familie der Urticeen. Die Zapfen enthalten zwischen den Bracteen an der Basis einen gelben, dem Lycopodium ähnlichen pulverförmigen Stoff, der unter dem Mikroskop als eine Anhäufung sehr kleiner Drüsen erscheint, und mit dem Namen Hopfenmehl (Lupulin) belegt worden ist. Dieses Pulver, das ungefähr 12 Proc. vom Gewicht des Zapfen beträgt, enthält die wirksamen, d. h. diejenigen Bestandtheile des Hopfens, die seine Anwendung zur Bierbrauerei veranlassen. Diese Bestandtheile sind ein bitterer narcotischer Stoff, das Hopfenbitter, ein ätherisches Oel, das Hopfenöl, und etwas Harz. Die Bracteen und Stiele enthalten Gerbsäure, die ebenfalls als nicht unwesentlich bei der Bierbrauerei zu betrachten ist.

Hopfenbitter. Ueber das Hopfenbitter und seine Eigenschaften ist noch wenig bekannt, da es wohl kaum im reinen Zustand dargestellt worden ist. Ihm verdankt das Bier außer seinen bitteren Eigenschaften wahrscheinlich auch seine narcotischen*). Das ätherische Oel

Hopfenöl. des Hopfens, das ungefähr 2 Proc. vom Gewicht des Hopfenmehls ausmacht, ist farblos und nicht schwefelhaltig; es ist die Ursache des aromatischen Geruches des Hopfens und des Bieres. Bei der jetzt allge=

*) Aus den neueren physiologisch=chemischen Untersuchungen über die Bestandtheile der einer natürlichen Familie angehörenden Pflanzen geht hervor, daß die sogenannten wirksamen Bestandtheile den Gliedern einer Familie gemeinsam zu sein scheinen. Hopfen und Hanf gehören den Familien der Urticeen an. Beide Pflanzen haben in physiologischer Beziehung die größte Aehnlichkeit. Da nun ohne Zweifel die betäubenden Eigenschaften des Bieres von einem noch nicht bekannten Bestandtheil des Hopfens herrühren, der Hanf aber wahrscheinlich denselben Körper, das Cannabin, enthält (bekanntlich benutzt der Araber seine Hanfzeltchen, den Haschisch, um sich zu betäuben), so dürfte vom theoretischen Standpunkte aus die Anwendung des Hanfes, um dem Bier die Bitterkeit und die betäubenden Eigenschaften zu ertheilen, gerechtfertigt erscheinen.

mein üblichen Methode des Bierbrauens geht ein großer Theil dieses Oeles durch Verflüchtigung verloren. Durch längeres Aufbewahren des Hopfens oxydirt sich das Oel zu Harz, darum erklärt sich der Umstand, daß der Oelgehalt des Hopfens mit dem Alter ab-, der Harzgehalt dagegen zunimmt.

Unorganische Bestandtheile des Hopfens. Unter den unorganischen Bestandtheilen des Hopfens sind besonders hervorzuheben: Kali, Bittererde, Phosphorsäure und Kieselsäure.

Hopfenbau. Die wirksamen Bestandtheile des Hopfens sind nach Cultur, Jahrgang und Boden sehr verschieden. Einzelne Gegenden sind ihres vorzüglichen Hopfens wegen besonders berühmt, so die Gegend von Nürnberg (man baut ihn bei Spalt, Lauf, Hersbruck und Altdorf), der Saazer Kreis in Böhmen, Schwetzingen und Mannheim in Baden, Sachsen, Braunschweig u. a. O. In Bayern wendet man vorzüglich Spalter und Hersbrucker Hopfen an. England besitzt die meisten Hopfengärten in den Districten Sussex, Rochester, Hereford und Canterbury. Der von Farnham wird am meisten angewendet. Frankreich baut allein in den beiden Departements de la Somme und du Pas de Calais. Der amerikanische Hopfen wird hauptsächlich in den Neu-England-Staaten, in New-York und Louisiana gebaut.

Physikalische Eigenschaften und Aufbewahrung des Hopfens. Der Werth des Hopfens läßt sich zum Theil schon aus seinen äußeren Eigenschaften erkennen. Eine glänzende, hochgelbe Farbe, reichliches Hopfenmehl, reiner Hopfengeruch und klebrige Beschaffenheit sind Kennzeichen eines guten Hopfens. Um ihn längere Zeit aufzubewahren, muß der Hopfen, nachdem er vorsichtig getrocknet worden ist, festgestampft, vor dem Zutreten der Luft und Feuchtigkeit geschützt werden. Auf diese Weise ist es möglich geworden, Hopfen sechs Jahre lang ziemlich unverändert zu erhalten.

Schwefeln des Hopfens. Unter den vielen Verfälschungen, denen der Hopfen ausgesetzt ist, steht das Schwefeln desselben obenan. Diese Operation, ein Bleichproceß mit schwefliger Säure, hat zum Zweck, altem, dunkler gewordenen Hopfen die Farbe von frischem Hopfen zu ertheilen. Obgleich in Bayern streng verboten, ist das Schwefeln des Hopfens bei den Hopfenhändlern aller Länder leider fast zur Gewohnheit geworden. Das Schwefeln, das stets in betrügerischer Absicht geschieht, läßt sich bei frisch geschwefeltem Hopfen daran erkennen, daß man eine Handvoll des verdächtigen Hopfens in der Hand stark zusammenpreßt und in geschlossener geballter

Faust unter die Nase hält. Die schweflige Säure läßt sich dann leicht durch den Geruch wahrnehmen. Die chemische Prüfung des Hopfens wird auf folgende Weise ausgeführt:

I. Man befeuchtet ungefähr 30 Gr. des Hopfens mit verdünnter Phosphorsäure und erwärmt denselben in einem Kolben im Wasserbade; die sich entwickelnden Dämpfe werden in eine verdünnte Lösung von reinem kohlensauren Natron geleitet, und diese Lösung tropfenweise zu einem erwärmten Gemisch von Chlorbaryumlösung mit Königswasser gesetzt. Entsteht eine Trübung von schwefelsaurem Baryt, so ist der Hopfen als geschwefelt zu betrachten.

II. Man übergießt einige Zapfen des Hopfens und etwas Zink in einem Wasserstoffentwickelungsapparate mit Salzsäure, und leitet das sich entwickelnde Wasserstoffgas in eine verdünnte Lösung von basisch essigsaurem Bleioxyd. Enthielt der Hopfen schweflige Säure, so ist dem Wasserstoffgas Schwefelwasserstoffgas beigemengt ($SO_2 + 3H = 2HO + SH$), was sich durch Bildung von braunschwarzem Schwefelblei in der Bleilösung zu erkennen giebt. — Es ist hier nicht der Ort, eine Kritik dieser Prüfungsmethode zu liefern. Es genüge die Bemerkung, daß absichtlich geschwefelter Hopfen nach längerer Zeit keine Spur von schwefliger Säure mehr enthielt. Die Entscheidung, ob ein Hopfen geschwefelt sei, ist demnach außerordentlich schwierig.

Surrogate für den Hopfen.

Anstatt des Hopfens hat man häufig versucht andere Substanzen, wie die Rinden der Pinusarten, Fichtensprossen, Gentian, Bitterklee, Quassia, Tausendgüldenkraut, Wermuth, Tabak u. s. w. anzuwenden; in der neuesten Zeit ist sogar die Benutzung der Pikrinsäure vorgeschlagen worden. Abgesehen davon, daß mehrere dieser Substanzen geradezu einen nachtheiligen Einfluß auf den Organismus ausüben, können diese Körper wohl dem Biere einen bittern Geschmack ertheilen, ersetzen aber keineswegs das Aromatische des Hopfens.

Wasser.

In Bezug auf das Wasser, dessen man sich in der Brauerei bedient, ist zu bemerken, daß die Wahl desselben auf die Güte des Bieres von dem größten Einflusse ist und man kann wohl nicht läugnen, daß manche Biersorten ihre Berühmtheit dem zu ihrer Fabrikation angewendeten Wasser verdanken. Im Allgemeinen nimmt man an, daß ein hartes d. h. kalkhaltiges Wasser sich zum Bierbrauen nicht eigene. Dem widerspricht jedoch scheinbar die Erfahrung, da bekanntlich die Münchner Braue-

reien ein vorzügliches Bier liefern und dort Wasser aus der Isar anwenden, das Kalk- und Talkerdesalze in reichlicher Menge enthält. Die meisten Brauereien Münchens haben jedoch große Behälter, in welche man das Wasser leitet, damit sich hier die suspendirten erdigen Theile absetzen können, mit denen jedenfalls auch durch Flächenanziehung ein Theil der aufgelösten Salze niedergerissen wird; durch den Zutritt der Luft wird aber auch der zweifachkohlensaure Kalk u. s. w. zersetzt, und auf diese Weise das Wasser von einem großen Theile der Kalksalze befreit. Vollkommen ungeeignet ist ein Wasser, das Fäulniß- und Verwesungsproducte in merklicher Quantität enthält, deshalb gelblich gefärbt ist und unangenehm riecht.

Das Malzen des Getreides.

Das **Malzen des Getreides** oder die Umwandelung des Getreides in Malz ist eine Vorbereitung des Getreides durch Keimen für die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei. Das nicht gekeimte Getreide hat nur in sehr geringem Grade die Eigenschaft, die in ihm enthaltene Stärke in Zucker zu verwandeln; die Eigenschaft entwickelt sich aber während des Keimens im hohen Grade, und durch dieselbe ist man im Stande, Malz von ungekeimter Frucht zu unterscheiden. Warum man der Gerste vor anderen Getreidearten den Vorzug giebt, liegt, wie schon angeführt, daran, daß das Gerstenmalz die zuckerbildende Eigenschaft in noch größerem Grade erlangt, als das Malz anderer Getreidearten.

Die Gerste besteht aus der lederartigen Samenhaut mit den stehengebliebenen Spelzen, und dem Eiweißkörper, der mit dem Keim den mehligen Kern bildet. Der Keim liegt nach der Außenfläche und der Spitze des Kornes zu, und besteht aus dem Würzelchen (*radicula*), das sich zuerst entwickelt, und aus dem Blattfederchen (*plumula*), welches erst später hervorbricht. Das Würzelchen ist aber erst im Stande, aus dem Boden dem Blattfederchen Nahrung zuzuführen, wenn es eine gewisse Größe erlangt hat. Ehe dies der Fall ist, nimmt das Blattfederchen aus dem Eiweißkörper seine Nahrung; es kann aber davon nur Gebrauch machen, wenn durch Einweichen der Gerste der Eiweißkörper löslich gemacht worden ist. Mit der Entwickelung des Keimes findet in dem Samenkorn eine energische chemische Action statt, die ihren Sitz namentlich in dem Kleber des Kornes hat. Die Quantität der löslichen Bestandtheile des Klebers nimmt zu, ebenso die Eigenschaft, die Stärke ebenfalls in einen löslichen Körper, in Zucker zu verwandeln. Das Wesen des Malzens liegt in der Entwickelung der zuckerbildenden Eigenschaft, das Schwierige desselben, das Keimen zur rechten

Zeit zu unterbrechen, damit nicht der Blattkeim einen großen Theil des Stärkmehls verschlinge und dasselbe in unlösliche Holzfaser oder Cellulose umwandele.

Die Bedingungen des Keimens der Gerste sind dieselben, die der Boden der gesäeten Frucht zur Zeit des Aufgehens bietet, nämlich: Sättigung des Kornes mit Feuchtigkeit, eine Temperatur, die nicht höher als 40°, nicht niedriger als 4° sein darf, hinreichender Zutritt der atmosphärischen Luft und Abhaltung des Lichtes.

Die Operation des Malzens zerfällt in das Einweichen oder Quellen, in das Keimen oder Wachsenlassen, in das Trocknen und das darauf folgende Darren.

Einweichen der Gerste.

Durch das Einweichen oder Quellen soll der Gerste die erforderliche Feuchtigkeit gegeben werden. Man bedient sich dazu der Weichen oder Quellkasten, die von Holz, Sandstein, Marmor oder hydraulischem Kalk aufgeführt sind. Diese Weichen werden zur Hälfte mit Wasser angefüllt, und die Gerste in dieselben nach und nach unter beständigem Rühren eingeschüttet. Es wird so viel Wasser hinzugesetzt, daß es einige Zoll hoch die Gerste bedeckt. Zunächst findet eine Abscheidung der tauben und beschädigten Körner von den gesunden statt; letztere sinken nämlich nach einigen Stunden unter, während die ersteren auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, besonders abgeschöpft und als Viehfutter verwendet werden. Die Temperatur des Wassers beträgt ungefähr 12°. Das Wasser selbst wird im Sommer nach 8—12 Stunden, im Winter nach 24 Stunden gewechselt. Indem das Wasser nach und nach die Substanz der Körner durchdringt und diese erweicht und aufschwellt, löst es einen Theil aus der strohigen Hülse auf; dadurch nimmt das Wasser eine braune Farbe, einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack an und hat große Neigung in Milch- und Buttersäuregährung überzugehen. Diese Veränderung würde einen nachtheiligen Einfluß auf das Malz ausüben, wenn man ihr nicht durch das Wechseln des Weichwassers zuvorkäme, welches letztere so oft wiederholt werden soll, bis das Wasser nicht mehr trübe abfließt. Die Zeit des Einweichens ist von der Beschaffenheit und dem Alter der Gerste, von der Temperatur des Wassers rc. abhängig. Bei junger, frischer Gerste, sind 48— 72 Stunden hinreichend, während bei älterer und kleberreicher Gerste oft 6—7 Tage erforderlich sind. Um eine gleichmäßige Weiche zu erzielen, muß deshalb Gerste von möglichst gleicher Beschaffenheit und glei-

chem Alter angewendet werden. Nachdem die Quellreife eingetreten ist, läßt man das Weichwasser ab, läßt aber die Gerste noch 8—10 Stunden zum Abtropfen in der Weiche liegen, bevor man sie auf die Malztenne bringt. Die Quellreife erkennt man daran, daß das Korn, an einem Holze gestrichen, einen mehlartigen Strich giebt, und die Spitze des geweichten Kornes sich auf dem Daumennagel leicht umbiegen läßt. Die Gerste verliert während des Einweichens 1—2 Proc. ihres ursprünglichen Gewichtes, saugt dagegen 50 Gewichtsprocente Wasser an, wodurch ihr Volumen um circa 20 Proc. zunimmt.

Keimen der geweichten Gerste. Sobald die Gerste mit Feuchtigkeit gesättigt ist, beginnt die Thätigkeit des Keimes und die Umwandelung des Stärkmehls in Zucker. Letzteres geht langsam vor sich und hält mit der Entwickelung und dem Nahrungsbedürfniß des jungen Pflänzchens gleichen Schritt. Kurze Zeit nach der beginnenden Entwickelung des Blattfederchens, wo die zuckerbildende Kraft der Gerste ihr Maximum erreicht hat, muß der Keim getödtet werden. Mit der Tödtung desselben erlischt die zuckerbildende Kraft nicht, sie läßt sich vielmehr ohne dessen störende Dazwischenkunft ausbeuten Es ist die Aufgabe des Mälzers, durch Regulirung der Temperatur das Keimen zu überwachen und zur gehörigen Zeit zu unterbrechen. Das Local, in welchem das Keimen vor sich geht, heißt die Malz- oder Haufentenne oder der Wachskeller (Hummel). Die Malztenne soll unabhängig von der äußeren Temperatur und im höchsten Grade reinlich sein. Aus dem ersten Grunde legt man sie meist unter der Erde an; aus dem zweiten Grunde belegt man den Boden mit glatten, gut an einander gefügten und mit Gyps ausgegossenen Marmorplatten, so daß in den Ritzen keine Körner zurückbleiben, welche schimmeln und das Malz verderben würden. An den Seitenwänden der Tenne sind Rinnen angebracht, damit die an denselben condensirte Feuchtigkeit aufgefangen werde und nicht in das Malz herabrinne.

Das Keimen der Gerste wird dadurch eingeleitet, daß man die geweichte Gerste auf dem Fußboden der Malztenne 4—5 Zoll hoch ausbreitet, und anfangs alle sechs, später alle acht Stunden umschaufelt, bis die Oberfläche getrocknet erscheint. Dieses Umschaufeln bezweckt, die am Boden befindliche Schicht nach Oben zu bringen und umgekehrt, und dadurch ein gleichmäßiges Trocknen der Körner und gleichmäßige Keimung zu erzielen. Während des Abtrocknens der Haufen (Malzscheiben oder Beete genannt) erscheint der Keim als weißer Punkt, aus welchem sich mehrere Würzelchen

entwickeln. Dieses beginnende Keimen wird das Guzen oder Aeugeln genannt. Sobald dasselbe bei allen Körnern gleichmäßig eingetreten ist, steigert man die Temperatur durch stärkeres Zusammensetzen der Haufen, d. h. dadurch, daß man dem Haufen eine Dicke von einem Fuß giebt und längere Zeit, ohne zu schaufeln, liegen läßt. Die Temperatur des Haufens steigt 6—10^0 über die der Umgebung und bewirkt eine starke Verdunstung von Feuchtigkeit, die sich in den oberen Schichten des Haufens verdichtet. Man nennt letztere Erscheinung das Schweißtreiben oder Schwitzen. Zu gleicher Zeit entwickeln sich große Mengen von Kohlensäure, und es ist dabei ein angenehmer, obstartiger Geruch wahrzunehmen. Um eine gleichmäßige Keimung zu erzielen, sucht man die in den oberen Schichten befindlichen Körner in der Entwickelung des Keimes zu befördern, die zu schnell vorausgeeilten, in der Mitte des Haufens dagegen, zurückzuhalten. Zu diesem Behufe nimmt der erste Stich der Schaufel die oberste, feuchte und kalte Schicht hinweg, und wirft sie an den Grund des neu zu errichtenden Haufens in der Weise an, daß sie in die Mitte desselben gelangt und daselbst in Folge der höheren Temperatur sich schneller entwickelt. Der zweite Stich nimmt die am meisten entwickelte Schicht aus der Mitte des Malzhaufens; weil derselbe am wenigsten das fernere Wachsthum bedarf, so wirft man denselben auf die Weise aus einander, daß die Körner theils auf dem Boden des neuen Haufens zu liegen kommen, theils die obere Schicht desselben bilden. Der letzte Stich des neuen Haufens wird gleich dem ersten, in die Mitte des neuen Haufens gebracht. Das Umschaufeln wird gewöhnlich zum dritten Male wiederholt. Die Würzelchen haben zu dieser Zeit bereits die Länge von einigen Linien und sind in einander geschlungen und gleichsam verfilzt. Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, wo der Entwickelung des Keimes entgegengetreten werden muß; dieß geschieht durch Erniedrigung der Temperatur auf die Weise, daß der Haufen ausgezogen, d. h. um einige Zoll dünner gelegt wird. Der Mälzer beurtheilt das Fortschreiten und die Beendigung des Keimens nach der Länge der Wurzelfasern; bei hinreichend gekeimter Gerste sollen die Keime die Länge des Kornes um den vierten Theil oder um die Hälfte übertreffen, und so in einander verfilzt sein, daß mehrere Körner in einander hängen bleiben. Die Körner müssen ferner einen süßen Geschmack besitzen.

Die Dauer des Keimens beträgt während der wärmeren Jahreszeit 10—12 Tage; gegen das Ende des Herbstes 14—20 Tage. Das Kei-

men ist um so schneller beendigt, je mehr sich die Temperatur während desselben steigert. Der Frühling und der Herbst sind dem Keimen günstiger, als der Sommer und der Winter.

Trocknen und Darren der gekeimten Gerste. Sobald der Keimproceß der Gerste hinreichend fortgeschritten ist, wird durch schnelles Entziehen von Wärme und Feuchtigkeit, der Keim getödtet. Zu diesem Zweck bringt man die gekeimte Gerste (grünes Malz) auf den Trockenboden (Schwelkboden oder Schwelche), ein gewöhnlicher Getreideboden, oder ein anderer, dem Luftzuge ausgesetzter Ort, der in der Nähe der Darre liegt. Das Malz wird auf dem Trockenboden 2—3 Zoll hoch ausgebreitet und täglich zur Verhinderung jeder Erhitzung 6—7 Mal umgerührt. Nachdem das Malz getrocknet ist, entfernt man die Würzelchen; ein Theil derselben fällt von selbst ab, ein anderer Theil wird durch Treten mit Holzschuhen von dem Malze getrennt und vermittelst einer Wurfmaschine gesondert. Gewöhnlich ist man genöthigt, um die Würzelchen zerreiblich zu machen, das Malz auf der Darre bei einer Temperatur von 30—40° vollständig zu trocknen. Das so erhaltene Malz, Luftmalz (Schwelchmalz), unterscheidet sich von der gekeimten Gerste nur durch Verminderung der Feuchtigkeit; die chemische Beschaffenheit ist dieselbe geblieben. 100 Gewichtstheile Gerste geben im Durchschnitt 92 Gewichtstheile Luftmalz.

Von dem Luftmalz unterscheidet sich das Darrmalz. Wird nämlich das Malz bei dem Trocknen einer Temperatur ausgesetzt, die der Siedehitze des Wassers nahe liegt, so erleidet das Malz eine wesentliche Veränderung, die sich durch eine dunklere Farbe und durch einen angenehmen Geschmack zu erkennen giebt. Diese Veränderung ist eine Folge der fortgesetzten Einwirkung der zuckerbildenden Kraft auf das Stärkmehl, hauptsächlich aber durch Rösten der Malzbestandtheile hervorgebracht. Die bei dem Darren angewendete Temperatur ist von dem größten Einflusse, weil die Temperaturgrade, bei welchen das Malz die günstige Umwandelung erfährt, und diejenigen, wobei es untauglich wird, nicht weit von einander liegen.

Ehe man das Malz der zum Darren erforderlichen Temperatur aussetzt, wird es vorher auf dem Trockenboden und sodann auf der Darre bei 30—40° erhitzt. Wollte man sogleich das grüne Malz stark erhitzen, so würde das Stärkmehl in Kleister übergehen, und sich das Korn in eine hornartige für das Wasser undurchdringliche Substanz umwandeln, wodurch es zum Bierbrauen untauglich wäre. Die jetzt üblichen Malzdarren bestehen

aus der Heizung und der Darrfläche oder Hürde, auf welcher das Malz zum Darren ausgebreitet wird. Die Darrfläche besteht entweder aus einem horizontalen durchlöcherten Blech, oder aus engem Drahtgeflecht von Eisen und Kupfer. Wesentlich unterscheiden sich die Darren durch die Art und Weise, auf welche die in der Heizung entwickelte Wärme auf das Malz einwirkt. Eine ehedem angewendete Darre ist die Rauchdarre, bei welcher die aus der Heizung entweichenden Verbrennungsproducte durch eine Esse in einen darüber befindlichen, nach Oben trichterförmig sich erweiternden Raum, die Sau, geführt werden, auf welchem sich die Darrfläche befindet. Diejenigen Brennstoffe, die wie Koks keinen Rauch geben, sind für diese Darren am zweckmäßigsten. Bei Anwendung von Holz wird das Malz dunkler und nimmt einen Rauchgeschmack an, der sich dem aus dem Malz dargestellten Bier mittheilt. Aus diesem Grund wendet man diese Darren nur noch selten an. Der angeführte Uebelstand ist bei den Luftdarren vermieden, bei denen die Verbrennungsproducte in keine unmittelbare Berührung mit dem Malze kommen, sondern ein Strom warmer Luft erzeugt wird, der sich unter der Darrfläche vertheilt. Größere Brauereien haben die Einrichtung, daß das Malz auf der Darrfläche mittelst der vom Sudofen, und der von den um die Sudpfanne herumgehenden Luftcanälen abfallenden Wärme vollständig gedarrt wird, ohne die Heizung des eigentlichen Darrofens zu erfordern, dessen Dienste nur dann in Anspruch genommen werden, wenn nicht gesotten wird. Zur vollständigeren Benutzung der Wärme construirt man neuerdings statt einer Darrfläche zwei über einander.

Nachdem das Malz vorsichtig und gelinde erwärmt worden ist, steigert man die Temperatur auf 50, 70, 90, 100, ja selbst 120°, je nachdem ein helleres oder dunkleres Product erzielt werden soll. Die Farbe des Bieres fällt um so dunkler aus, je höher, und um so lichter, je niedriger die Temperatur während des Darrens des Malzes war. Je nach der Farbe unterscheidet man gelbes, bernsteingelbes und braunes Malz. Das dunkelkaffeebraune Malz, das Farbmalz, das man in den englischen Brauereien zum Färben des Porters anwendet, wird ähnlich dem Kaffee, in blechernen Cylindern über freiem Feuer geröstet. Die zuckerbildende Kraft des Malzes ist darin völlig vernichtet, da durch das Rösten die Stärke in Dextrin, der Zucker in Caramel verwandelt worden ist. Nach dem Darren befreit man das Malz von den Würzelchen auf die Weise, wie dies beim Luftmalze geschieht. Das Gewicht der Gerste wird durch das Malzen vermindert, das

Volumen dagegen vermehrt. 100 Gewichtstheile Gerste wiegen nach dem Darren und Reinigen, und nach Abzug von 10 Gewichtstheilen Wasserverlust ungefähr 91 — 93 Gewichtstheile, wonach der Verlust der frischen Gerste durch den Malzproceß 8 Proc. beträgt.

Man verlangt von gutem Darrmalz, daß es leicht zerbreche, ein weißes Mehl und einen angenehm süßen, dem Zucker ähnlichen Geschmack habe; es muß auf dem Wasser schwimmen und im Bruch mehlig, nie aber hornartig sein.

Veränderung der Gerste während des Malzens. Die Veränderungen, welche die Gerste durch das Malzen erleidet, erstrecken sich zuvörderst auf den Kleber, der löslicher wird und die Fähigkeit erhält, Stärkmehl in Krümelzucker überzuführen, eine Fähigkeit, die allerdings auch der ungekeimten Gerste, wenn auch nur in sehr geringem Grade zukommt. In dieser Beziehung verhält sich der veränderte Kleber verdünnter Schwefelsäure ähnlich. Durch das Keimen selbst wird ferner ein Theil des Stärkmehls in Dextrin und Krümelzucker übergeführt. Während des Austrocknens des grünen Malzes setzt sich diese Ueberführung fort; durch das Darren verwandelt sich ein anderer Theil des Stärkmehls in Dextrin (Leiokom, vergl. Seite 275) und ein Theil des Zuckers in Caramel. Eine Erklärung der Erscheinungen während des Keimens der Gerste und überhaupt der Getreidearten zu geben, ist zur Zeit noch nicht möglich. Zwar betrachtet man einen eigenthümlichen Stoff in dem Malzauszuge als den Träger der zuckerbildenden Eigenschaft, welchem man den Namen Diastase gegeben hat. Es ist aber wahrscheinlicher diese zuckerbildende Eigenschaft vielmehr dem veränderten Kleber, als einem Stoff zuzuschreiben, der noch niemals isolirt dargestellt worden ist, für dessen Vorhandensein keine Thatsachen sprechen. Aus vergleichenden Analysen über die Bestandtheile der Gerste und des Malzes geht hervor, daß der Klebergehalt der Gerste durch das Malzen um den dritten Theil abnimmt, der Gehalt an Dextrin und Krümelzucker um das Dreifache zunimmt. In Folge des Einweichens vermindern sich die unorganischen Bestandtheile; in Folge des Keimens und der dabei auftretenden Kohlensäureentwickelung der Kohlenstoffgehalt.

Das Einmaischen. Das Einmaischen hat zum Zweck, nicht nur den in dem Malz enthaltenen Zucker und das Dextrin aufzulösen, sondern auch aus dem noch vorhandenen unveränderten Stärkmehl mit Hülfe der sogenannten Diastase, der Wärme und des Wassers, Zucker und Dextrin zu bilden, den

Kleber zu scheiden, so daß das Albumin coagulire und die Würze klar werde, was außerdem nicht möglich wäre. Ehe man das Malz einmaischt, wird es zerkleinert; dies geschieht durch Zerquetschen auf gewöhnlichen Mühlen oder zwischen eisernen Cylindern. Um das geschrotene Malz (das Malzschrot) aus einem Theile der Brauerei in einen andern zu schaffen, bedient man sich jetzt häufig der Schraube des Archimedes.

Beim Einmaischen oder Einteigen des Malzschrotes lehrt uns die Theorie, daß die Temperatur des angewendeten Wassers nur eine mittlere sein darf, weil zu heißes Wasser das Stärkmehl des Malzes in Kleister verwandelt, der die auflöslichen Bestandtheile umhüllt und das Eindringen des Wassers verhindert; daß ferner das zur Ausziehung nothwendige heiße Wasser nie auf einmal, sondern in getheilten Portionen angewendet werden muß, weil durch eine kleinere Quantität Wasser weit leichter eine gründliche Ausziehung erreicht wird, als durch größere Massen, durch welche man gleichsam das Schrot ersäuft. Die höhere Temperatur ist in einer dicken Maische auch besser zu erhalten als in einer dünnen; die Zuckerbildung wird also auf diese Weise befördert, da die thätigen Theile näher bei einander bleiben.

Die Maischmethoden sind sehr verschieden; darin kommen aber alle überein, daß man die Zuckerbildung in denselben Behältern vornimmt, in welchen das Ausziehen erfolgt, daß man ferner das Schrot vor dem eigentlichen Maischen mit lauwarmem Wasser durcharbeitet. Alle Maischmethoden lassen sich in zwei Hauptabtheilungen bringen: Die Infusionsmethode, bei welcher die Maische einen bestimmten Wärmegrad erhält, ohne daß irgend eine Portion derselben bis zum Sieden erhitzt wird; die Decoctionsmethode macht im Gegensatz von der Infusionsmethode vom theilweisen Siedenlassen der Maische Gebrauch.

Das Einmaischen des Schrotes geht in den Maischgefäßen vor sich; dieselben sind entweder Bottiche oder Maischkasten. Die Maischbottiche sind von Holz und mit einem doppelten Boden versehen. Der obere der beiden Böden ist durchlöchert und befindet sich einige Zoll über dem unteren. Zwischen den Böden ist ein Hahn zum Ablassen der Flüssigkeit angebracht. Das einzumaischende Malz wird in den Bottich geschüttet, und dann so viel Wasser zugesetzt, daß beide einen dicken Brei bilden. Durch fortwährendes Durcheinanderarbeiten mit Krücken und Rührhölzern werden die entstehenden Klumpen zerdrückt, und endlich sind alle Theile gleichmäßig vom Wasser

durchdrungen. Darauf beginnt das eigentliche Einmaischen, das je nach den verschiedenen Ländern auch verschieden ausgeführt wird. — In den größeren Brauereien Bayerns wendet man viereckige Maischkasten an, in denen eine größere Maischmasse leichter verarbeitet werden kann. Unter den Maischgefäßen befindet sich ein kupferner Behälter, der Biergrand, Grand, oder Unterstock, welcher die vom Boden des Maischgefäßes ablaufende Flüssigkeit aufnehmen soll.

Bayrische Maischmethode. In dem größten Theile des Königreichs Bayern bedient man sich der folgenden Maischmethode: Die zum Sud erforderliche Wassermasse (Guß genannt) wird getheilt; zwei Dritttheile werden im Maischbottich mit dem Malzschrot gemischt und tüchtig durcheinander gearbeitet. Nachdem die Maische in dem Bottich 2—4 Stunden geweicht ist, trägt man das letzte Dritttheil Wasser, das unterdessen in der Braupfanne bis zum Sieden erhitzt worden ist, unter fortwährendem Umrühren ein, wodurch die Maische eine Temperatur von 30—40° annimmt. Darauf folgt das erste Dickmaischkochen; zu diesem Behufe zieht der Brauer das eingemaischte Schrot auf der einen Seite des Bottichs zusammen und schöpft einen Theil davon in die Braupfanne, worin er es bei Schenkbier 30 Minuten, bei Sommerbier 75 Minuten sieden läßt. Die Quantität der zurückgeschöpften Masse beträgt ungefähr die Hälfte vom Guß. Die siedende Masse wird in das Maischgefäß zurückgeschöpft. Darauf folgt das Ueberschöpfen der zweiten Dickmaische in die Braupfanne, in welcher man es bei Schenkbier 75 Minuten, bei Sommerbier 1 Stunde sieden läßt. Durch die erste Dickmaische erhöht sich die Temperatur im Maischbottich auf 48—50°, durch die zweite auf 60—62°. Nach beendigtem Maischen der zweiten Dickmaische beginnt das Ueberschöpfen der Lautermaische, d. h. des dünneren Theiles der Masse; die Lautermaische siedet ungefähr 15 Minuten lang und wird sodann in den Maischbottich zurückgebracht. Die Temperatur der Maische beträgt jetzt 72—75° und ist die zur Zuckerbildung geeignetste. Die Maische bleibt nun in dem bedeckten Bottich ein bis zwei Stunden sich selbst überlassen; darauf wird die erste fertige Würze in den Grand abgelassen; sie giebt das eigentliche Hauptbier. Nachdem die Würze abgelassen, gießt man auf die zurückbleibenden Trebern nochmals heißes Wasser, arbeitet die Masse durch, und zieht ungefähr nach einer Stunde die zweite Würze ab, die entweder mit der ersten gemischt, selten getrennt von jener verbraut wird. Um die Erschöpfung der Trebern so weit als ausführbar

zu vollenden, wiederholt man den „Nachguß“ und stellt daraus entweder ein Nachbier (Schöps, Heinzeln, Dünnbier, Covent oder Convent) dar, oder benutzt ihn zum Zukühlen in Branntweinbrennereien als Glattwasser, sowie zur Fabrikation von Essigwürzen. Durch das Einmaischen des Malzschrotes wird das Malzschrot jedoch bei weitem nicht ausgezogen und die zurückbleibenden Trebern enthalten noch Hülsen, stickstoffhaltige Bestandtheile, Fettsubstanz, kleine Quantitäten von Stärkmehl, phosphorsauren Kalk und andere Salze; sie enthalten demnach viele nahrhafte Theile und werden als Viehfutter benutzt.

Die im Vorstehenden kurz beschriebene Methode heißt die altbayrische oder münchner Maischmethode. Verschieden von ihr ist die in mehreren Städten Frankens und Schwabens (Nürnberg, Erlangen, Ansbach, Augsburg) angewendete, die man die schwäbische oder augsburg-nürnberger Maischmethode oder das „Auf Satz brauen“ nennt. Das Wesentliche derselben besteht darin, daß man die durch das Ausziehen des Malzschrotes mit kaltem und mit dem ersten heißen Wasser erhaltene dextrinreiche Flüssigkeit zur Verhinderung der ferneren Verzuckerung von der Maische trennt. Das Malzschrot wird in dem Maischbottich mit der zum Einheizen nothwendigen Menge kalten Wassers (auf 7 bayrische Scheffel 30—35 Eimer Wasser) zusammengerührt und das Gemenge in dem bedeckten Bottich vier Stunden lang stehen gelassen. Nach dieser Zeit läßt man zwei Dritttheile der Flüssigkeit durch den Hahn in den Grand fließen, worin die Flüssigkeit als „kalter Satz“ aufbewahrt wird. Zur Beförderung des Maischens wird das Schrot in dem Maischbottich umgestochen, darauf mit einer Krücke wieder geebnet und ruhig stehen gelassen. Während dieser Zeit ist in dem Braukessel Wasser bis zum Sieden erhitzt worden (bei Anwendung von 7 Scheffeln Schrot 48 Eimer Wasser). Sobald das Wasser siedet, wird es zum Theil in den Maischbottich geschöpft, bis die Temperatur der Maische ungefähr 50—52° beträgt. Diese Arbeit wird das Annebeln genannt. Das Maischen geht ununterbrochen fort. Der im Grand befindliche kalte Satz wird zu der im Braukessel befindlichen Wassermasse gebracht. Sodann wird „gezogen“, das erste Dick- und Frühlaufende in den Kessel befördert, bis es klar kommt, und dann die Masse in dem Braubottiche, auf deren Oberfläche ein feiner, weißer Schaum sich bildet, eine Stunde lang ruhig stehen gelassen. Nach dieser Zeit wird wieder gezogen, der warme Satz in den Grand gelassen, und von hier auf

die Kühlen gepumpt, wo er von Zeit zu Zeit umgerührt wird. Nachdem die Flüssigkeit im Braukessel ins Sieden gekommen ist, beginnt jetzt das Ueberschöpfen nach dem Maischbottiche, bis die Maische darin eine Temperatur von 72—75° erreicht hat. Diese zweite Maische wird vollständig, bis auf eine kleine Quantität, die in dem Maischbottich zurückbleibt, um das Erkalten desselben zu verhüten, in den Kessel zurückgeschöpft, und unter fortwährendem Umrühren eine Stunde lang gekocht. Nach dieser Zeit wird die Maische nach dem Maischbottich zurückgeschöpft; sie heißt dann die dritte Maische. Der in den Kühlen befindliche warme Satz wird nach dem Braukessel gebracht, in welchen man jetzt Hopfen schüttet, ohne daß derselbe aber mit dem Hopfen unter einander gerührt oder vermengt werde. Während die Masse in dem Kessel allmälig bis auf 28° erwärmt, wird gezogen, die zuerst abfließende trübe Würze in den Maischbottich zurückgeschöpft und die andere allmälig klar abfließende aus dem Biergrand auf den in dem Braukessel befindlichen Hopfen gebracht. Nach der gesetzlichen Verordnung muß der Brauer aus einem bayrischen Scheffel Malzschrot 6 Eimer Lagerbier oder 7 Eimer Schenkbier brauen. In neuerer Zeit hat man in den größeren Brauereien Nürnbergs die schwäbische Maischmethode durch die altbayrische ersetzt.

Die im Kreise Oberfranken (Bamberg) häufig angewendete Maischmethode weicht von der altbayrischen und schwäbischen Methode in so fern ab, als das Malzschrot nur durch Infusion ausgezogen, nicht aber ausgekocht wird. Die höchste Temperatur im Bottich beträgt 75°.

Böhmische Maischmethode. Das in Böhmen angewendete Maischverfahren unterscheidet sich von dem bayrischen im Wesentlichen dadurch, daß man mit bis auf 40° erwärmtem Wasser einteigt und meist drei Dickmaischen kocht.

Englische Maischmethode. Das in England, Frankreich und in einem großen Theil von Deutschland angewendete Maischverfahren gründet sich auf Infusion und ist dem im Kreise Oberfranken angewendeten ähnlich.

Das Würzekochen. Das Würzekochen. Das Malz giebt im getrockneten Zustande im Durchschnitt 65 Proc. lösliche Stoffe an die Würze ab. In dem Zustande, in welchem das Malz in der Bierbrauerei angewendet wird, enthält es noch 12 Proc. Wasser; es giebt demnach an die Würze nur 57 Proc. löslicher Bestandtheile ab. Die Würze enthält Krümelzucker, Dextrin, Proteinsubstanzen (Kleber), zuweilen etwas unverändertes Stärkmehl, extractive Substanzen

und unorganische Salze. Sie ist je nach der Farbe des angewendeten Malzes von brauner oder gelbbrauner Farbe, angenehmem Geruch und süßem Geschmack. In Folge des Vorhandenseins einer kleinen Menge von Milchsäure, Phosphorsäure u. s. w. ist die Reaction der Würze stets sauer. Diese Reaction ist aber nie so stark, als wie bei der trebersauren Würze, bei welcher sich die vorhandene freie Säure (Milchsäure und Propionsäure) schon durch den Geruch und Geschmack zu erkennen giebt.

Das Würzekochen hat zum Zweck, die Würze zu concentriren, den zugesetzten Hopfen zu extrahiren, die in der Würze befindlichen Proteinsubstanzen zu coaguliren und nebst dem noch unveränderten Stärkmehl durch die in dem Hopfen enthaltene Gerbsäure zu fällen. Durch letzteres wird die Würze geklärt.

Man bedient sich zum Würzekochen entweder der runden tiefen Braukessel oder zweckmäßiger der Braupfanne, welche wegen des gleichmäßigeren Siedens dem Kessel vorgezogen wird. Die Braupfanne ist von starkem Kupfer, viereckig, flach und dergestalt über dem Feuerrost eingemauert, daß die Wärme an den Seiten durch Züge herausströmen kann. Die Größe derselben richtet sich nach dem Sudwerk. In der Mitte des Bodens befindet sich eine kleine Vertiefung, die mit Flüssigkeit bis auf den Grund herausgeschöpft werden kann.

Der Hopfen wird gewöhnlich nicht mit der ganzen Quantität der Würze, sondern in getrennten Antheilen ausgekocht. Die Ausziehung erfolgt schneller und vollständiger, wenn die Hopfenzapfen vorher zerrissen werden. Je kräftiger der Hopfen ist, desto längere Zeit ist zum vollständigen Ausziehen erforderlich. Die Quantität des Hopfens richtet sich nach der Art des zu erzeugenden Bieres, nach der Oertlichkeit und nach dem Geschmack der Consumenten. Bei Bieren, die sogleich verschenkt werden, wendet man auf 100 Th. Malzschrot 1—1 $^1/_2$ Th. Hopfen an; bei Bieren, die sich länger halten sollen, dagegen 2—3 Th. Zu den stärkeren Bieren nimmt man nur kräftigen jungen Hopfen, zu schwächerem Bier zwei- bis dreijährigen *).

*) In der neueren Zeit ist in Frankreich anstatt des Hopfens die Pikrinsäure zum Bierbrauen angewendet worden. Nach der Vorschrift von Dumoulin nimmt man 0,25 Grm. auf 100 Liter. Dieses neue Product ist nach dem Entdecker ein kräftiges Antiscorbuticum für die Marine; demnach möchte es mehr zu den Arznei-

Nachdem der Hopfen ausgezogen ist, läßt man die gehopfte Würze durch den Hopfenseiher auf das Kühlschiff. Der Hopfenseiher ist entweder ein durchlöcherter Holz- oder Blechkasten, oder ein mit Stroh ausgelegter Weidenkorb, oder endlich ein schwimmender Trichter aus biegsamem Metallgewebe, der sich in dem Grade, als die Flüssigkeit sinkt, ähnlich einem Blasebalg zusammenlegt, so daß nur die oberste klare Flüssigkeit durch das Rohr des Trichters abfließt. Der auf dem Seiher zurückbleibende Hopfen enthält große Mengen von Flüssigkeit; man preßt ihn deshalb aus.

Die Concentration der gekochten Würze kommt bei gewöhnlichen Bieren einem spec. Gewicht von 1,030—1,050, bei starken 1,080—1,100 gleich, was 10—13 Proc. Extract entspricht. Der Extractgehalt der Bockwürze beträgt bis 16 Proc., der von Alewürze bis zu 30 Proc.

Das Kühlen der Würze.

Das Kühlen der Würze. Die gehopfte und gekochte Würze ist nun zur Gährung geeignet. Ehe sie aber in die Gährung versetzt werden kann, muß ihre Temperatur, die 90—93° beträgt, durch Abkühlen bis auf 20—10° erniedrigt werden. Dieses Abkühlen muß möglichst schnell geschehen, weil außerdem Milchsäure- und Propionsäuregährung eintreten würde. Das Kühlen geschieht auf den Kühlschiffen oder Kühlstöcken, flachen Bohlenkästen, meist aus Lerchenholz gefertigt, die an einem reinen luftigen Orte, wo möglich nicht in dem Brauhause selbst liegen. Damit die Kühlung möglichst rasch erfolge, darf die Würze in dem Kühlschiff nicht höher als 2—4 Zoll hoch stehen. Eiserne Kühlschiffe, die jetzt häufig anstatt der hölzernen Anwendung finden, befördern die Abkühlung durch die Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens. Anderweitige Kühlapparate, die weniger in Deutschland, als in England und Frankreich angewendet werden, sind Schlangenröhre, Refrigeratoren u. s. w.

Auf die Abkühlung ist selbstverständlich die Temperatur, der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, der Wind, die Heiterkeit des Himmels ꝛc. von entschiedenem Einfluß; aus diesem Grunde eignen sich die Herbst- und Frühlingsmonate besonders zum Bierbrauen. Die Temperatur, bis zu welcher die Würze abgekühlt wird, richtet sich nach der Temperatur des Gäh-

mitteln als zu den Nahrungsmitteln zu rechnen sein. — Daß man das bittere englische Bier (Pale Ale) mit Strychnin verfälsche, wie neuerdings vielfach behauptet worden ist, hat sich, in Folge einer neueren Untersuchung durch Hofmann und Graham, als durchaus unbegründet erwiesen.

rungslokales und nach der Art der Gährung. Die Praxis hat folgende Temperaturgrade als die passendsten kennen gelehrt:

Temperatur des Gährungslokales	Temperatur der Würze bei Untergährung	Temperatur der Würze bei Obergährung
6—7°	12°	15°
7—8°	11°	14°
8—9°	10°	13°
9—10°	9°	12°
10—12°	7—8°	10—11°.

Gährung der Bierwürze.

Gährung der Bierwürze. Obgleich es hauptsächlich von der Temperatur abhängig ist, ob sie unter langsamer Entwickelung von Kohlensäure und unter Abscheidung der unlöslichen Substanzen auf dem Boden, oder ob sie unter heftiger Kohlensäureentwickelung und unter Abscheidung der unlöslichen Substanzen auf der Oberfläche gährt, mit anderen Worten, ob sie Unter- oder Obergährung erleidet, so ist es doch keineswegs gleichgültig, ob man zu der Würze Unterhefe oder Oberhefe setzt, da, wenn es irgendwie die Temperaturverhältnisse gestatten, die Unterhefe stets Untergährung, die Oberhefe stets Obergährung veranlaßt. Wenn man Würze bei einer Temperatur von 7—12° sich selbst überläßt, so bemerkt man bald auf ihrer Oberfläche einen weißen Schaum und die Gährung fängt von selbst an. Es ist dies die sogenannte Selbstgährung und eine Untergährung. Sie tritt aber gewöhnlich so langsam ein, daß ein Sauerwerden des Bieres zu befürchten ist, deshalb setzt man, um den Erfolg zu sichern und um die Gährung zu beschleunigen, der zu gährenden Flüssigkeit schon die Hefe zu (das Stellen der Würze oder das Zeuggeben). Die Untergährung leitet man in der kühlen Jahreszeit ein und erzeugt das Lagerbier oder Sommerbier, das sich in geeigneten Lokalen den Sommer hindurch bis zum Anfang des Herbstes hält.

Bei der Obergährung wird die Würze mit Oberhefe, die von einem vorhergehenden obergährigen Gebräu aufbewahrt worden ist, in dem Gährbottich gemischt. In Folge der sich bald stürmisch entwickelnden Kohlensäure wird die neu entstandene Oberhefe auf die Oberfläche der gährenden Flüssigkeit gehoben und bildet auf derselben eine gelbliche, klebrige Schaumdecke. Die Obergährung erzeugt leichteres, weniger haltbares Bier (das

Schenkbier oder Winterbier). Die Haupterscheinungen bei der Obergährung sind folgende: Es bildet sich am Rande ein Ring von weißem Schaum (das Ansetzen), der immer mehr und mehr zunimmt, bis er endlich die ganze Oberfläche bedeckt (das Rahmen). Sodann nimmt die Kohlensäureentwickelung zu und es bildet sich eine schaumige, leichte, oft fußhohe Decke, die sich in der Mitte zusammenzieht; zugleich steigert sich die Temperatur der Würze, so daß dieselbe oft 5—7° mehr beträgt, als die des Gährungslokals. Das sich entwickelnde Kohlensäuregas durchbricht die Schaumdecke und giebt der Oberfläche derselben ein unebenes, zerklüftetes Ansehen (das Kräusen). Später ebenet sich die Oberfläche, der Schaum enthält mehr Hefe und ist dadurch großblasiger, zäher und mehr gelblich geworden. Nachdem der Schaum einige Zeit unverändert geblieben ist, sinkt er zusammen und hinterläßt eine gelbliche Decke von größerer Consistenz, die wesentlich aus Oberhefe besteht und abgenommen wird. Das in dem Gährungsbottich befindliche Bier (das Jungbier) wird zur Nachgährung auf die Fässer gezogen. Ehe dies geschieht, wird die zur Nachgährung erforderliche Bodenhefe von dem Boden des Gährungsbottichs aufgerührt. Die Lagerfässer werden mit offenem Spund in den Keller gelegt. Die Hefe sammelt sich durch die im Keller fortschreitende Gährung in dem Spundloche an und wird durch dasselbe ausgestoßen. Damit dies aber vollständig geschehe, wird Bier nachgegossen, um das Faß ganz angefüllt zu erhalten. Nachdem die Hefe ausgestoßen worden ist, bemerkt man in dem Spundloche nur noch eine dünne weiße Schaumdecke. Jetzt ist das Bier klar geworden und das Faß wird verspundet. Die im Fasse befindliche Bodenhefe dient zur Unterhaltung der Nachgährung. Die Obergährung fängt nach 6—8 Stunden an und ist nach ungefähr 48 Stunden beendigt.

Bei der Untergährung sind die Erscheinungen im Allgemeinen dieselben wie bei der Obergährung, unterscheiden sich aber dadurch, daß sie minder stürmisch auftreten und sich auf der Oberfläche niemals eine dicke Decke bildet, sondern ein dünner, anfänglich weißer Schaum entsteht. Es erzeugt sich allerdings jene unebene Oberfläche, die kegelförmigen Schaumfiguren stehen aber ruhiger und sind nie so hoch, als bei der Obergährung. Da die Kohlensäureentwickelung nur langsam vor sich geht, so kann sich der größte Theil der Hefe zu Boden setzen. Durch die Abnahme des spec. Gewichtes des Bieres (durch die Attenuation) erfährt man die Beendigung der Gährung auf den Bottichen. Das Jungbier gelangt in Folge der lang-

samen Gährung weit klarer auf die Fässer, als bei der Obergährung. Die Dauer der Untergährung rechnet man durchschnittlich 5—10 Tage.

Die Gährung des in die Fässer gebrachten Jungbieres ist keineswegs beendigt; in dem Bier sind noch Hefentheile enthalten, die eine unmerkliche Gährung, die Nachgährung, veranlassen. Diese Nachgährung ist die wesentlichste Bedingung guten Bieres. Sie liefert den in den Fässern lagernden Bieren die zu ihrer Brauchbarkeit unumgängliche Kohlensäure, und ersetzt dieselbe in dem Maße, als sie durch die Dauben verdunstet. Nur so lange die Nachgährung dauert, ist das Bier trinkbar; so wie die Gährung beendigt, verliert das Bier allmälig die Kohlensäure und wird schaal. Die Nachgährung ist es auch, welche bewirkt, daß auf Flaschen gefülltes Bier stark schäumt, da die sich allmälig entwickelnde Kohlensäure nicht entweichen kann.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß die Haltbarkeit eines Bieres abhängig ist von der Fortdauer der Gährung auf den Lagerfässern; die Gährung muß aber so regulirt werden, daß sich nie mehr Kohlensäure erzeugt, als die Flüssigkeit aufzulösen vermag. Die Leitung der Gährung wird durch die Größe der Fässer und ferner durch die Temperatur der Lagerkeller bedingt, die möglichst kühl sein müssen. Die Temperatur soll nicht 10—12° überschreiten. Am zweckmäßigsten sind in Felsen gehauene, oder wie in München meist in einem trocknen Kalkkiesboden ausgegrabene und ausgemauerte Keller. Der Reinlichkeit wegen werden die Lagerfässer ausgepicht; das hierzu angewendete Pech trägt indessen auch durch seine öligen Bestandtheile zur Haltbarkeit des Bieres bei.

Klären des Bieres. Das Trübsein des Bieres ist ein Fehler, beweist aber durchaus nicht, daß das Bier zu verderben begonnen habe; es zeigt nur, daß die verschiedenen Operationen nicht zweckmäßig ausgeführt worden sind, namentlich daß das Bier nicht klar aus der Hauptgährung hervorgegangen ist. Um das Ansehen des Bieres zu verbessern, pflegt man das Bier zu klären. Die einzige zum Klären anwendbare Substanz ist die Hausenblase. Behufs der Klärung wird die in kleine Stückchen zerschnittene Hausenblase mit Wasser eingeweicht, die erweichte Masse mit den Händen geknetet und vor dem Mischen mit dem Biere in etwas saurem Biere zertheilt. Auf 100 Liter Bier rechnet man 4 Grammen Hausenblase. Die Theorie der Anwendung derselben als Klärungsmittel ist folgende: Die Hausenblase besteht aus geraden, weißen, wie Perlmutter glänzenden Fäden. Bringt

man sie in Wasser und knetet sie nach dem Erweichen, so hat sie nichtsdestoweniger ihre organische Structur beibehalten. Wenn man die aufgequollene Masse zu Bier, trübem Wein und dergl. setzt, so bildet sie eine mit außerordentlich feinen Fasern angefüllte Gallerte, die sich beim Schütteln in der Flüssigkeit gleichmäßig vertheilt. Die in dem Biere noch enthaltene Hefe bewirkt aber ein Zusammenziehen der Hausenblasefäserchen, wodurch jede in der Flüssigkeit befindliche ungelöste Substanz eingehüllt und nun der klaren Flüssigkeit abzulaufen gestattet wird. Durch Kohlensäurebläschen wird die Hausenblase zum größten Theile auf die Oberfläche der Flüssigkeit gebracht und durch das Spundloch ausgeschieden, ein anderer Theil fällt zu Boden. Da also die Klärung durch Hausenblase eine Art von Filtration ist, so geht daraus hervor, daß die Anwendung des Leimes, des Caraghen u. s. w. als Surrogates der Hausenblase unnütz ist.

Sauerwerden des Bieres. So wie das Bier die Kohlensäure verloren hat, tritt die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, hauptsächlich auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Bieres ein und der im Bier enthaltene Weingeist geht nach und nach in Essigsäure über. Dieses Sauerwerden des Bieres ist ein unheilbares Uebel. Um sauergewordene Biere noch zum Ausschenken geeignet zu machen, werden oft Säure abstumpfende Mittel, wie Potasche und Soda, seltener kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia zu dem Bier gesetzt. Eine Verfälschung mit den beiden erstgenannten Salzen wird leicht nachgewiesen, indem man eine kleine Quantität des Bieres bis zur Trockne verdampft, den Rückstand glüht, nach dem Glühen mit Wasser auslaugt, die Flüssigkeit bis zur Trockne abdampft und sodann Salzsäure hinzugießt. Entsteht Aufbrausen, so ist in den meisten Fällen Alkali hinzugesetzt worden. Eine bayrische Maaß Lagerbier enthält durchschnittlich 0,5 Grm. Kali, ein Mehrgehalt deutet auf eine Verfälschung, ein Gehalt an Soda zeigt letztere bestimmt an, wenn das zum Bierbrauen verwendete Wasser nicht natronhaltig war.

Das Bier ist nicht wie der Wein, Branntwein u. s. w. eine ausgegohrene, sondern eine noch gährende Flüssigkeit.

Chemischer Bestand des Bieres. Es ist herkömmlich, den Gehalt eines Bieres an Weingeist, Extract und Kohlensäure als Maßstab für die Güte desselben zu betrachten, obgleich strenggenommen die Bestandtheile des sogenannten Extractes, namentlich der narcotische Stoff des Hopfens, wesentlichen Antheil an der Qualität des Bieres nehmen und bei der chemischen Untersuchung

berücksichtigt werden müßten. Auf dem Verhältniß des angewendeten Malzes und des Wassers beruht die Stärke des Bieres; je mehr Krümelzucker des Malzes während der Gährung in Alkohol übergegangen ist, desto stärker ist das Bier. Von der Stärke ist die Schwere verschieden; unter letzterer versteht man die Menge an aufgelöstem Extract. Folgende Tabelle giebt die Zusammensetzung einiger der beliebtesten Biersorten:

Biersorte:	Absoluter Alkohol,	Extract,	Kohlensäure
	in Gewichtsprocenten:		
Salvator von Zacherl in München	4,50	7,97	0,20
Bock, Hofbräuerei in München . .	4,70	7,48	0,18
Bock, Zeltner in Nürnberg	4,20	4,78	0,22
Lagerbier von Zeltner in Nürnberg	3,10	4,22	0,20
„ Hofbräuhaus in München	3,66	5,18	0,16
„ Wagnerbräu in München	3,89	5,76	0,16
„ von Stockinger in Regensburg	4,22	5,30	0,16
Schenkbier von Schwanghardt in München	3,20	5,37	0,15
„ Wagnerbräu in München	2,80	5,27	0,17
„ Franziskanerbräu in München	2,70	4,93	0,16
Altbayrisches Landbier	2,60	3,90	0,17
Lagerbier aus Prag . . .	2,22—3,96	5,0—10,9	—
Ale von Barklay in London . .	6,10	5,98	0,18
Porter aus London	4,76	7,53	—

Untersuchung des Bieres.

Vom practischen Standpunkte aus hat man bei der Untersuchung des Bieres zuerst Farbe, Klarheit, Geschmack, Geruch, sein Verhalten beim Ausgießen, die Beschaffenheit des Schaumes zu berücksichtigen, und sodann den Gehalt an Kohlensäure, Weingeist und Extract zu bestimmen. Die in das practische Leben übergegangenen Bierproben opfern zu Gunsten der leichten Ausführbarkeit einen Theil der Genauigkeit.

Chemische Untersuchung.

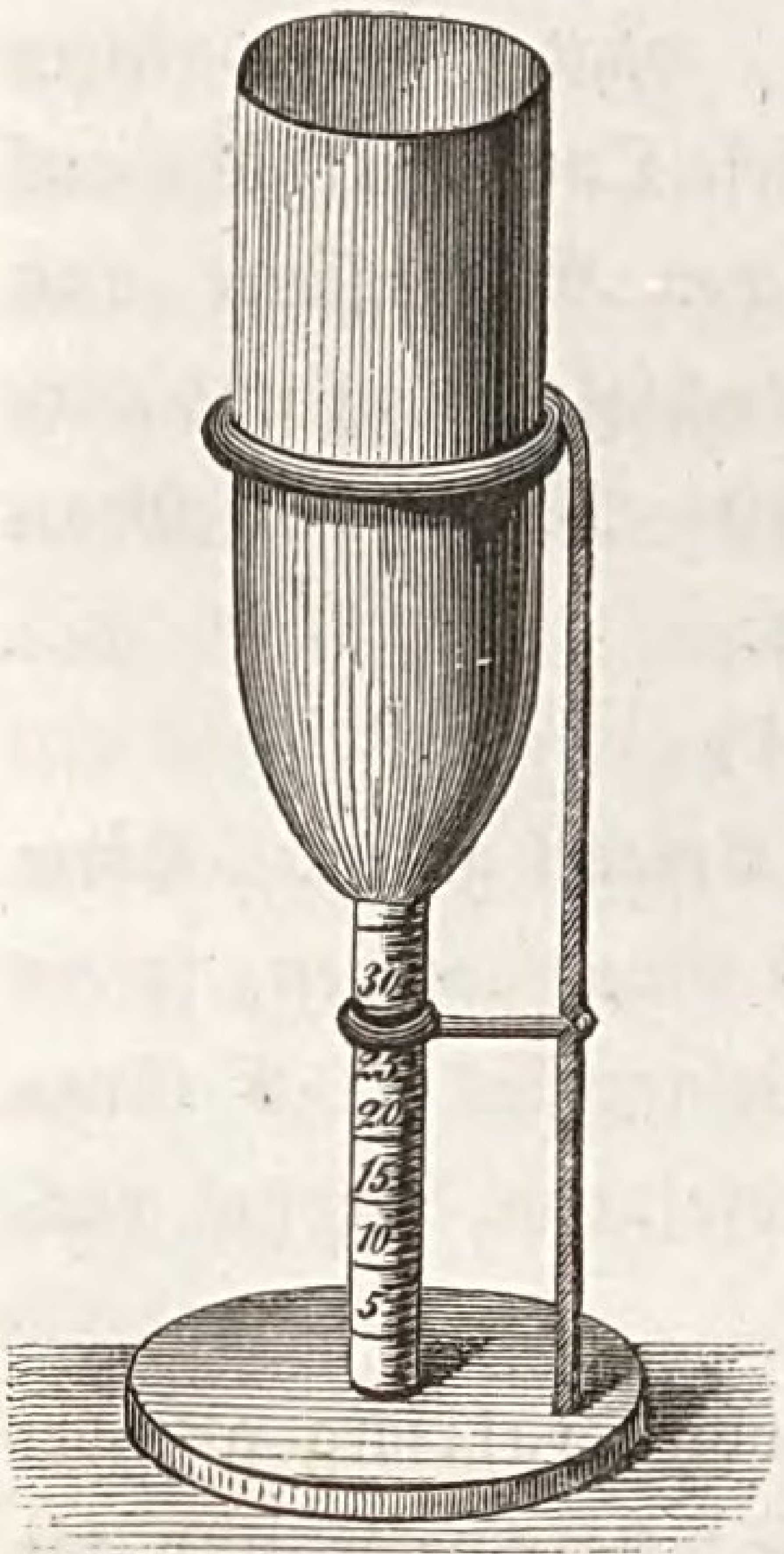
Die chemische Untersuchung des Bieres begnügt sich meist damit, die Kohlensäure durch den Gewichtsverlust beim Erwärmen zu bestimmen, indem man das zugleich mit entweichende Wasser durch ein Chlorcalciumrohr zurückhält. Der Extractgehalt ergiebt sich durch Verdunsten

im Wasserbad und vollständiges Austrocknen bei 100°. Den Weingeistgehalt bestimmt man durch Destillation, indem man das spec. Gewicht des Destillates ermittelt.

Die hallymetrische Probe.

Die von Fuchs erfundene hallymetrische Bierprobe bestimmt den Wassergehalt des Bieres vor und nach der Entfernung des Alkohols. Sie gründet sich darauf, daß 100 Theile Wasser 36 reines Kochsalz (= 2,778 : 1) aufzulösen vermögen*), daß ferner eine Flüssigkeit um so weniger Kochsalz löst, je mehr sie Weingeist oder schon Substanzen gelöst enthält. Man ist demnach im Stande, die Quantität des Wassers zu bestimmen, indem man das Kochsalz in einer wässerigen Flüssigkeit auflöst. Um die Quantität des nicht aufgelösten Kochsalzes zu messen, dient das Hallymeter (Fig. 87), das aus einer oben weiten und offenen, unten engen und verschlossenen Glasröhre besteht. Das enge Stück der Röhre ist so getheilt, daß zwischen je 2 Theilstrichen 1 Gran (= 0,062 Grm.) fein gepulvertes Kochsalz bei festem Absetzen, was durch Stoßen befördert wird, Platz findet.

Fig. 87.



Zur Ausführung der Probe wägt man 1000 Gran (= 62,500 Grm.) Bier in einem Kolben ab, und setzt ungefähr 330 Gran (20,46 Grm.) reines Kochsalz hinzu. Der bedeckte Kolben wird unter öfterem Umschütteln des Inhaltes in einem Wasserbade bis auf 38° erwärmt. Nach ungefähr sechs Minuten wird der Kolben aus dem Wasserbade entfernt, abkühlen gelassen, die Kohlensäure aus dem Kolben durch gelindes Einblasen entfernt und gewogen. Der Gewichtsverlust giebt die Quantität der in dem Biere enthaltenen Kohlensäure. Der Kolben wird dann mit dem Daumen geschlossen, umgekehrt, um das nicht gelöste Salz über dem Finger zu sammeln, und sodann das Salz und die Flüssigkeit in das Hallymeter gebracht. Das ungelöste Kochsalz setzt sich in dem unteren Theile der Röhre ab. Das Absetzen wird durch Rütteln des Instrumentes befördert. Sobald das

*) Diese Voraussetzung ist nicht ganz richtig, da nach Fehling's Versuchen 100 Theile Wasser von 12° 35,91 reines wasserfreies Kochsalz (2,785 : 1) auflösen; Wasser von 100° löst 39,92 Kochsalz (2,550 : 1).

Volumen des abgesetzten Salzes nicht mehr zunimmt, liest man an den Graden die ungelösten Grane ab, und subtrahirt die Zahl der Grade von 330. Darauf berechnet man, welche Quantität Wasser dem aufgelösten Kochsalz entspricht;

Beispiel:

1000 Gran (= 62,50 Grm.) Bier lösen 330—18 = 312 Gran Kochsalz; (36 : 100 = 312 : x = 866,6)

demnach enthalten jene 1000 Gran Bier 866,6 Gran Wasser, das, was an 1000 Gran fehlt, = 133,4 Gran ist der Gesammtgehalt an Kohlensäure, Weingeist und Extract.

Um die Quantität des Extractes zu bestimmen, wägt man in einem größeren Kolben 1000 Gran Bier ab und kocht diese Quantität bis auf die Hälfte, auf 500 Gran ein. Dabei entweichen Kohlensäure und Alkohol vollständig. Darauf setzt man 180 Gran Kochsalz hinzu und verfährt wie oben. Angenommen nun, es hätten sich 180—20 = 160 Gran Salz gelöst, so entsprächen diese 444,4 Gran Wasser:

(18 : 50 = 160 : x = 444,4)

die von 500 Gran abgezogen 55,6 Gran für das Extract geben. Hätte nun die vorläufige Bestimmung der Kohlensäure 1,5 Gran gegeben, so ist die Quantität des in dem Bier enthaltenen Weingeistes 76,3 Gran (1,334 — 55,6 + 1,5 = 76,3), was 42,26 absolutem Alkohol entspricht *).

Balling's Probe. Die saccharometrische Probe von Balling gründet sich ausschließlich auf Beobachtungen durch das Saccharometer und die Wage, und benutzt die Verhältnisse, in welchen die spec. Gewichte des vergohrenen Bieres vor und nach dem Austreiben des Weingeistes durch Verdunsten zu dem Weingeist und Malzextract stehen. Nach dieser Methode wird das Extract aus dem spec. Gewichte des von Kohlensäure befreiten Bieres, und dem auf 1/3 eingekochten Bieres, welches durch zugesetztes Wasser wieder auf sein erstes Gewicht gebracht worden ist, bestimmt. Aus diesen beiden Angaben des Saccharometers berechnet man den Extractgehalt der ursprünglichen Würze, den Gehalt an Extract und Wasser des Bieres, den Vergährungsgrad (das Verhältniß des zersetzten Malzextractes zum

*) Hinsichtlich des Näheren dieser Methode, namentlich der zur Erleichterung der Rechnung dienenden Tabellen, siehe Dingler's polytechn. Journal LXII p. 302.

unzersetzten und das Verhältniß von Malz zur Erzeugung von Würze). Die Probe wird auf folgende Weise ausgeführt: Man befreit eine gewisse Menge Bier (ungefähr 208 Gramm = 13 Loth) durch öfteres Umschütteln von der Kohlensäure, und dampft die Hälfte dieser Flüssigkeit bei gelinder Wärme, so daß kein Sieden stattfindet, bis ungefähr auf $1/_3$ ihres Volumens ein. Das abgedampfte, vom Weingeist befreite Bier wird abgekühlt. Mit der anderen Hälfte der Flüssigkeit bestimmt man das spec. Gewicht, was am Besten in einem Tausendgran-Fläschchen auf einer Wage geschieht. Wiegt das Bier z. B. in diesem Fläschchen 1022,6 Gran, so ist das spec. Gewicht des Bieres = 1,0226. Nach den von Balling berechneten Tabellen ergeben sich daraus die Saccharometerprocente zu 5,650. Zu dem abgedampften Biere setzt man so viel destillirtes Wasser, daß das Gesammtgewicht genau wieder 13 Loth beträgt. Nachdem durch Umrühren die Auflösung des Bierextractes in dem Wasser bewirkt worden ist, bestimmt man das spec. Gewicht dieser Lösung. Es sei = 1,0305; daraus berechnet sich nach Balling's Tabellen der Extractgehalt des Bieres zu 7,585 Proc. Um den Alkoholgehalt zu finden, zieht man die zuerst erhaltenen Procente von den zuletzt erhaltenen ab, also 7,585 — 5,650 = 1,935 (Attenuationsdifferenz); multiplicirt man diese Zahl mit dem mittleren Alkoholfactor = 2,24, so erhält man die Alkoholprocente (1,935 × 2,24) = 4,334. Das auf diese Weise untersuchte Bier enthält demnach in 100 Gewichtstheilen:

Alkohol . .	4,334
Extract . .	7,585
Wasser . .	88,081
	100,000

Die Kohlensäure wird durch einen besonderen Versuch bestimmt *). Nach sorgfältigen Versuchen von Kaiser und Schafhäutl in München ist die Probe von Balling weniger genau als die chemische und hallymetrische Probe.

Steinheil's Probe. Die optisch aräometrische Probe von Steinheil ist auf die Beobachtung zweier Eigenschaften des Bieres basirt, nämlich seines spec. Gewichtes vermittelst des Aräometers und seines Lichtbrechungsvermögens, das durch einen besonderen optischen Apparat bestimmt wird.

*) Siehe Balling's Gährungschemie, Prag 1845.

Letzterer besteht aus einem cylindrischen Gefäße, das durch drei eingetheilte Plangläser in zwei Flüssigkeitsprismen mit gleichem, aber entgegengesetzt liegendem brechenden Winkel getheilt ist. Durch diese Prismen betrachtet man einen Metallfaden, der vertikal vor denselben gespannt ist, durch ein Mikroskop, dessen Okularfäden den Metallfaden genau halbiren, so lange die Prismen leer oder mit destillirtem Wasser angefüllt sind. Wird nun das Wasser in dem einen Prisma durch Normalbier ersetzt, so erscheint der Metallfaden in horizontalem Sinne verschoben und wird alsdann mittelst einer Mikrometerschraube in die vorige Lage gegen die Okularfäden zurückgebracht. Den Bogen, welchen hierbei der Kopf der Mikrometerschraube durchläuft, theilt Steinheil in 60 Th. und trägt noch etwa 20 Th. über den letzten Punkt fort.

Ein Normalbier zeigt 60, ein Bier nun, das z. B. 75 zeigt, enthält im Eimer zu 60 Maaß so viel Malzgehalt, als 75 Maaß Normalbier. Es würde hier zu weit führen, die Details der Methode zur Bestimmung des Gehaltes der Biere an Alkohol und Extract anzugeben; wir verweisen deshalb auf Steinheil's ausführliche Abhandlung im Kunst- und Gewerbeblatt pr. 1844 p. 227. Die Steinheil'sche Methode wird vielfach angewendet und empfiehlt sich dadurch, daß sie bei großer Einfachheit in der kürzesten Zeit mit den vorhergehenden Methoden übereinstimmende Resultate liefert.

Branntweinbrennerei.

Branntweinbrennerei

Unter Branntwein versteht man ein durch Destillation gegohrner Flüssigkeiten erhaltenes Gemisch von Wasser und Weingeist in mannigfachen Verhältnissen, das durch einen Gehalt an flüssigen Nebenproducten (Fuselöl), die sich während der Gährung gebildet haben, charakterisirt ist. Da bei der Branntweinbrennerei die Production von Alkohol der Hauptzweck ist, so ergiebt sich hieraus, daß aller Zucker so vollständig wie möglich in Alkohol übergeführt wird, und die Darstellung der zuckerhaltigen Flüssigkeit bei einer Temperatur erfolgen muß, bei welcher die Diastase ihre Wirksamkeit nicht verliert. Zur Darstellung von Branntwein wendet man seltener weingeisthaltige Flüssigkeiten, wie Weine, Obstweine und dergl., sondern meist Getreide, Kartoffeln, Most, Melasse, so wie überhaupt die Abgänge aus den Zuckerraffinerien an. Die Darstellung aus

Kartoffeln ist in Deutschland die gebräuchlichste. Die Branntweinbrennerei zerfällt in zwei Hauptoperationen:

1) In die Darstellung der alkoholhaltigen Flüssigkeit,

2) in die Abscheidung des Alkohols durch Destillation.

vermittelst Getreide.

Getreidebranntwein wird aus Weizen, Roggen und Gerste dargestellt. Nie brennt man eine Getreideart allein, da die Ausbeute an Alkohol erfahrungsmäßig größer ist, wenn man zwei Getreidearten, wie Weizen und Gerste, Roggen und Gerste und dergl. brennt. Man nimmt einen Theil der einen Getreideart auf drei Theile der anderen, $^1/_4$ bis $^1/_3$ Gerstenluftmalz, und läßt das Ganze zu einem feinen Schrote mahlen. Das Malz wird eben so dargestellt, als das zur Bierbrauerei bestimmte, nur läßt man die Würzelchen etwas länger wachsen und behandelt es auf der Darre nur so lange, bis es vollkommen trocken geworden ist. Das Schrot wird in bis auf 40° erwärmtes Wasser geschüttet und die Temperatur der Flüssigkeit darauf vermittelst siedenden Wassers oder einströmender heißer Dämpfe bis auf 65° gebracht. Nach $1^1/_2$—2 Stunden ist durch die Einwirkung der Diastase im Malze die Stärke des Getreides in Zucker verwandelt worden und die Maische ist zur Gährung reif. Sodann setzt man so lange kaltes Wasser hinzu, bis die Temperatur auf 24—22° gefallen ist und bringt darauf die Maische mit Hefe zusammen. Man wendet meist Bierhefe oder eine künstliche Hefe an, die man in den Brennereien selbst darstellt. In Bezug auf die Unzahl der oft marktschreierisch angekündigten Recepte zur Bereitung von Hefe ist zu bemerken, daß jetzt, wo wir die Natur der Hefe kennen, ein jeder Producent den Werth einer solchen Vorschrift leicht beurtheilen kann. Sie beruhen meist darauf, daß man Schrot mit einer geringen Menge Hefe in Gährung gerathen läßt, wobei sich eine große Menge Hefenzellen bilden, und die gährende Masse dann der übrigen Maische zusetzt, in der dann die Gährung leicht sich fortsetzt. — Bei nicht zu kalter Luft beginnt die Gährung schon nach 1—2 Stunden und ist nach 2—3 Tagen beendigt. Jetzt kann man das Abdestilliren des Alkohols vornehmen.

Gährung der Maische.

Branntwein aus Kartoffeln.

Zur Darstellung des Branntweins aus Kartoffeln wendet man am Besten die in Sandland erzeugten mehligen Kartoffeln an. Man wäscht sie entweder in einer Waschmaschine oder mit Hülfe von Besen, Stangen u. s. w. und kocht sie dann in heißen Wasserdämpfen gahr. Nach völligem Gahrkochen, was nach $1^1/_2$ — 2 Stunden geschehen ist,

werden die Kartoffeln zerquetscht und in eine breiartige Masse verwandelt; dies geschieht am einfachsten auf einer Quetschmühle. Darauf folgt das Maischen des Kartoffelbreies, um dadurch die gährungsfähigen Stoffe auszuziehen. Es ist nothwendig bei diesem Maischen, dem Brei eine gewisse Quantität geschrotenes Weizen- oder Gerstenmehl zuzusetzen. Zu diesem Behufe maischt man den Brei mit Wasser von 30—40° ein und rührt die Maische mit Malz zusammen, von welchem man auf jeden Scheffel Kartoffeln 4—6 Pfund rechnet. Der Zusatz des Malzes hat den Zweck, durch die in demselben enthaltene sogenannte Diastase die Stärke der Kartoffeln in Zucker umzuwandeln. Das Stellen der Maische geschieht auf die Weise, daß man eine kleine Quantität derselben mit Hefe versetzt und die Masse, so wie völlige Gährung eingetreten ist, mit der ursprünglichen mischt und zur Gährung hinstellt.

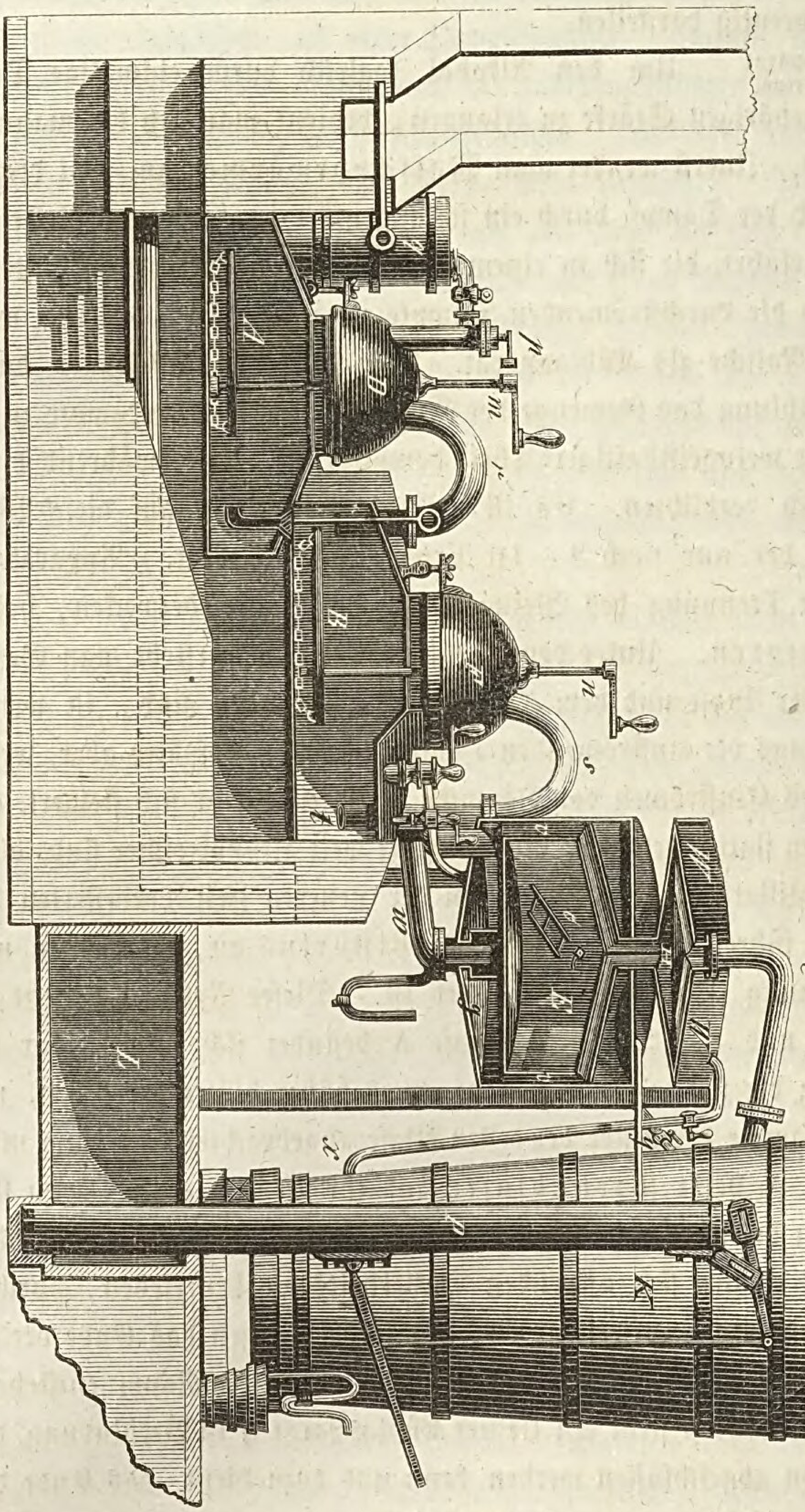
Destillation. Die gegohrene Branntweinmaische enthält nicht flüchtige Bestandtheile (Faser, Malzhülsen, Salze, unzersetzte und zersetzte Hefe, Milchsäure u. s. w.), so wie flüchtige (Weingeist, Wasser, Fuselöl und Essigsäure). Um den durch die Gährung entstandenen Alkohol von dem gegohrenen Gute zu trennen, wird derselbe abdestillirt. Zu dieser Destillation bediente man sich früher gewöhnlich einer kupfernen Blase mit Helm versehen, indem das Gut erhitzt wurde. Das Rohr des Helms stand mit einem Kühlapparat in Verbindung, in welchem sich die Alkoholdämpfe condensirten und dann aufgefangen wurden. Die jetzt angewendeten zweckmäßigen Brennapparate sind erst in der neueren Zeit erfunden worden. Der Betrieb der Destillation geht auf folgende Weise vor sich: die völlig ausgegohrene Maische wird in die Blase geschöpft, der Helm aufgesetzt, mit dem Kühlapparat verbunden und alle Fugen verklebt. Die beim Erhitzen überdestillirende alkoholhaltige Flüssigkeit, die 15—20 Proc. Weingeist enthält (Lutter, Läuter, Lauer), wird rectificirt oder geweint. Man destillirt so lange fort, bis die übergehende Flüssigkeit keinen Alkohol mehr enthält. Der in der Blase zurückbleibende Rückstand heißt die Schlempe oder das Phlegma; derselbe besteht aus eiweißartigen Substanzen, Trestern, Essigsäure und Milchsäure, und dient gewöhnlich als Viehfutter oder, seiner sauren Beschaffenheit wegen, als sogenannter Spühlicht zum Reinigen von Metall, namentlich von Kupfer. Die wiederholte Destillation des Lutters wird das Weinen genannt, das zuerst übergehende, sehr alkoholreiche Destillat heißt Vorlauf, das spätere Nachlauf. Ein zweimal destillirter Alkohol enthält gegen

50 Proc. Alkohol; durch Destillation kann man ihn aber wohl nicht stärker als 95procentig darstellen.

Destillirapparat von Pistorius.

Um den Alkohol sogleich durch einmalige Destillation von der gehörigen Stärke zu erlangen, bedient man sich der mannigfachsten Methoden. Zuerst wendet man Maischvorwärmer an. Bei diesen Apparaten wird der Dampf durch ein schlangenförmig gebogenes Rohr durch die Maische geführt, die sich in einem hölzernen oder kupfernen Behälter befindet und durch die durchströmenden Dämpfe erwärmt wird. Hierbei wirkt demnach die Maische als Kühlapparat. Man ist ferner im Stande, durch regulirte Abkühlung das Gemenge der Weingeist- und Wasserdämpfe zu zerlegen, so daß der weingeisthaltigere Theil dampfförmig bleibt, während die Wasserdämpfe sich verdichten. Es ist möglich, Weingeist auf diese Weise darzustellen, der nur noch 8—10 Proc. Wasser enthält. Apparate, welche eine solche Trennung des Weingeistes vom Wasser bezwecken, heißen Dephlegmatoren. Unter den Rectificatoren versteht man Gefäße, die zwischen der Blase und dem Kühlapparate befindlich sind, in welchen sich zwar anfangs die einströmenden Dämpfe verdichten, später aber, wenn durch fortgesetztes Einströmen von Dämpfen die Temperatur sich steigert, eine neue Destillation stattfindet, wobei die Dämpfe weit alkoholreicher sind, als bei der ersten Destillation. Unter den in der neueren Zeit verbesserten Destillirapparaten führen wir zuerst den von Pistorius an, welcher in umstehender Zeichnung (Fig. 88) abgebildet ist. Dieser Apparat besteht aus zwei Blasen A und B. Die erste Blase A befindet sich unmittelbar über der Feuerung; die zweite Blase B steht etwas höher hinter der ersten, und wird von der Flamme der unter der ersten Blase angebrachten Feuerung mitgeheizt. Die Blase A heißt Brennblase; auf ihr ist der große Helm D mittelst Schrauben befestigt. p ist ein aus dem Helm D hervorragendes Rohr, mit einem nach Innen sich öffnenden Sicherheitsventil versehen, durch welches die atmosphärische Luft eintreten kann, sobald gegen das Ende der Destillation durch Verdichtung der Dämpfe ein luftleerer Raum entstehen sollte. Mit diesem Rohr p steht ein kleiner Kühlapparat q in Verbindung, der durch einen Hahn abgeschlossen werden kann und dazu dient, das Ende der Operation zu erfahren. m ist ein Rührapparat. Das Rohr r führt in die zweite Blase B, die Maischblase, die durch den Helm F verschlossen und mit der Rührvorrichtung n versehen ist. Das auf dem Helm F abgehende Rohr s steht mit dem bis in die Maische herabreichenden Rohr t in Verbin-

Fig. 88.

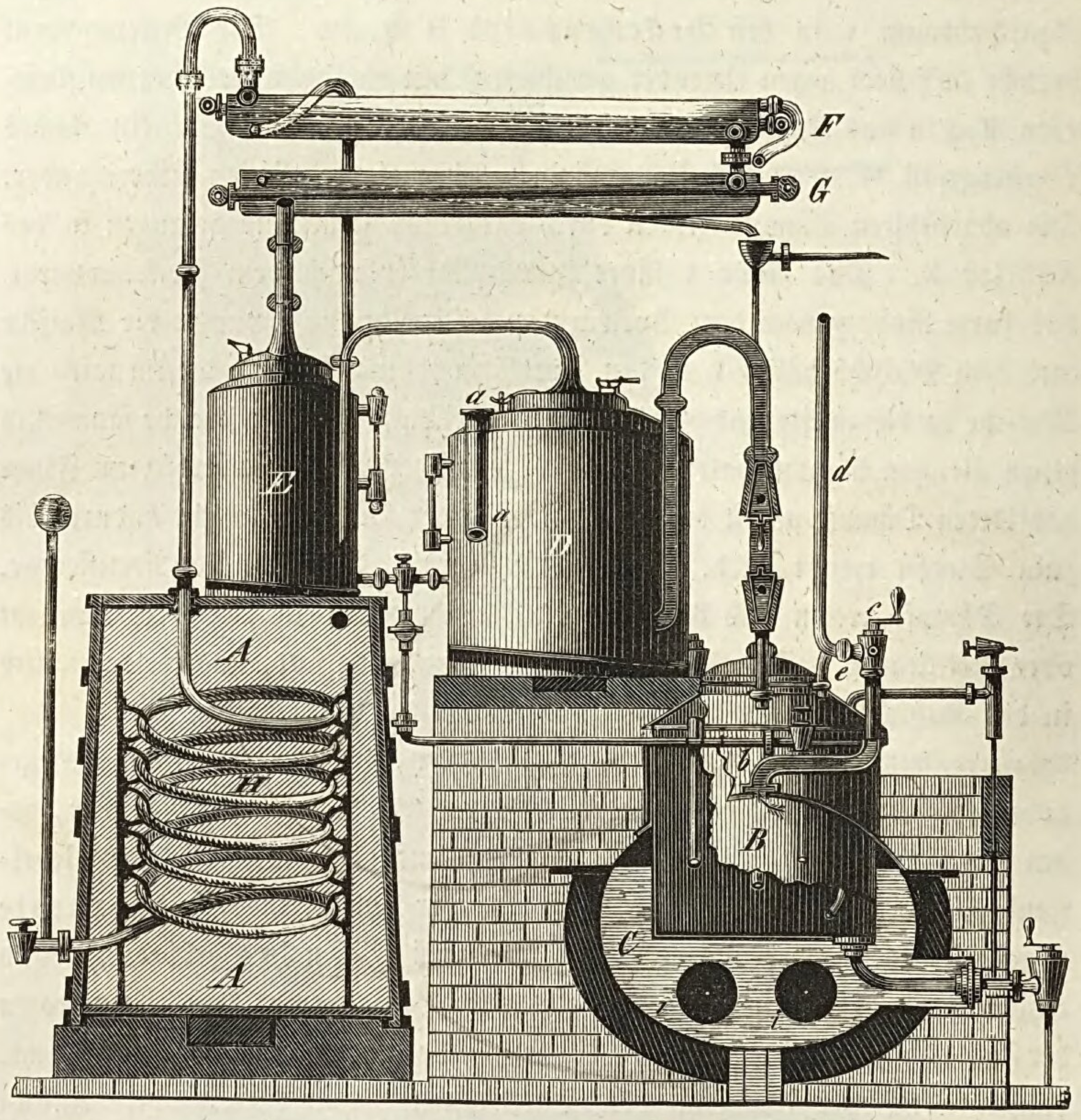


dung, aus welchem das Knierohr u abführt, um die Dämpfe nach dem *Maischvorwärmer* zu führen. Der Maischvorwärmer wird durch einen doppelten Boden in zwei Abtheilungen getheilt, die obere E enthält die

Maische, die untere g die Dämpfe, welche letztere aus g durch den engen Zwischenraum v in den Beckenapparat H steigen. Der Beckenapparat besteht aus zwei gegen einander gerichteten, mit einander verbundenen stumpfen Kegeln aus Kupferblech, und trägt auf der oberen Fläche ein flaches Wassergefäß W. Gewöhnlich befinden sich mehrere Becken übereinander. Die abgekühlten Dämpfe ziehen durch das Rohr C ab und gelangen in das Kühlfaß K. Das Rohr x führt kaltes Wasser nach dem Beckenapparat, das kurze Rohr y nach dem Vorwärmer. Die Pumpe P pumpt die Maische aus dem Maischbehälter L in den Vorwärmer hinauf; aus diesem wird die Maische in die zweite und von da in die erste Blase gelassen, welche sämmtlich einen gleichen Rauminhalt besitzen. Die in der Blase A über freiem Feuer gebildeten Dämpfe gehen durch die Maische der Blase B, welche dadurch bis zum Sieden erhitzt wird. Die Blase B wirkt demnach als Rectificator. Die Dämpfe treten aus B durch den Maischwärmer in den Beckenapparat oder Rectificator, dessen obere Theile Dephlegmatoren sind, und treten endlich in den Kühlapparat zur Verdichtung.

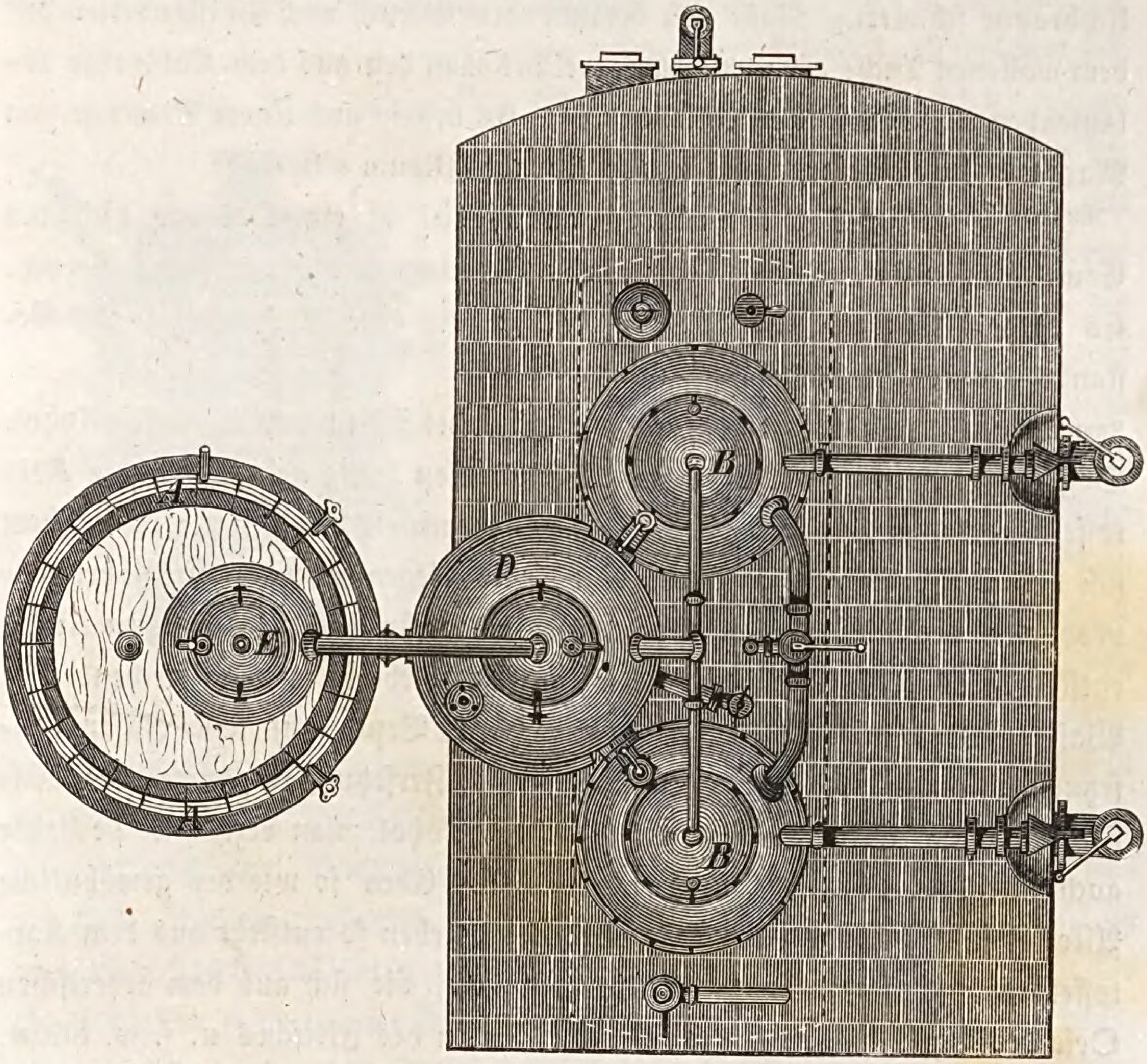
Apparat von Gall. Bei den meisten Apparaten, die zum Destilliren des gegohrenen Gutes Anwendung finden, ist der Lutterdampf von ungleicher, gegen das Ende der Destillation hin von abnehmender Stärke. Diesem Uebelstande ist bei dem Apparate von Gall oder dem Marienbadapparate abgeholfen. Mit dem Dampfkessel stehen zwei Blasen in Verbindung, und letztere mit dem Lutterbehälter, eben so wie es bei anderen Destillirapparaten der Fall ist. Nur ist die Art und Weise der Verbindung eine eigenthümliche. Umstehende Figur 89 zeigt den Durchschnitt, Figur 90 die obere Ansicht des Gall'schen Apparates. B B sind die beiden neben einander befindlichen Destillirblasen. C ist der Dampfkessel mit den Feuerröhren I I. Die Blasen sind in den Kessel versenkt. D ist eine dritte, außerhalb des Dampfkessels befindliche Blase, E der Lutterbehälter (Rectificator), F und G zwei Dephlegmatoren, A das Kühlfaß mit dem Kühlrohr H. Die Maische wird zuerst durch die Röhre a a in die Blase gebracht, welche als Rectificator und Vorwärmer wirkt. Von dieser Blase aus werden die beiden Blasen B B gefüllt. Der aus dem Dampfkessel ausströmende Dampf gelangt durch das gebogene Rohr b in den Dreiweghahn c, von wo aus er entweder in eine der beiden Blasen B, oder aufwärts durch das Rohr d nach dem Faß zum Kartoffelkochen geht. Die aus einer der beiden Blasen B B aufsteigenden Dämpfe gehen in die andere der Blasen, die als zweite Blase dient, von da in die

Fig. 89.



Blase D, sodann in den Lutterbehälter E und durch die beiden Dephlegmatoren F und G in den Kühlapparat. Das Eigenthümliche des Gall'schen Apparates besteht darin, daß durch passende Röhrenverbindung und Hahnstellung eine jede der beiden Blasen beliebig zur ersten oder zur zweiten gemacht werden kann, indem man den Dampf beliebig in die rechte und dann in die linke Blase leitet, oder umgekehrt; ferner eine jede Blase mit dem Apparat außer Verbindung gesetzt, geleert und neu beschickt werden kann, während die andere ununterbrochen fungirt. In dem Becken werden die Dämpfe abgekühlt, es schlägt sich vorzugsweise Wasser nieder, das durch ein Rohr zurückfließt, während die nicht condensirten Alkoholdämpfe erst in dem Kühlapparate flüssig werden. Weil das mit überdestillirende Wasser zum größten Theile in dem Beckenapparat condensirt wird und zurückfließt, so

Fig. 90.



erklärt es sich, warum vermittelst des Pistorius'schen Apparates bei Anwendung von zwei Becken Alkohol von 80 Proc., bei Anwendung von drei Becken bis von 92 Proc. erhalten werden kann.

Fuselöl. Bei der geistigen Gährung bildet sich durch die Zersetzung des Zuckers Alkohol und Kohlensäure. In den Zersetzungsproceß werden aber auch andere Bestandtheile der organischen Substanz mit hineingezogen. Die sich hierbei bildenden Producte sind flüchtig, gehen in den Alkohol über und lassen sich von demselben nur außerordentlich schwierig trennen. Man nennt diese flüchtigen Producte Fuselöle. Sie sind je nach der angewendeten Substanz verschieden. Man unterscheidet hauptsächlich Weinfuselöl, von welchem schon bei dem Weine die Rede war, Kornfuselöl,

Kornfuselöl. Runkelrübenfuselöl und Kartoffelfuselöl. Das Kornfuselöl, das sich in dem aus Getreide dargestellten Branntwein befindet und

demselben einen angenehmen charakteristischen Geruch ertheilt, wird als grünlichbraune schmierige Masse von betäubendem Geruch nach Phellandrium auf dem wollenen Tuche erhalten, durch welches man den aus dem Kühlrohre ablaufenden Kornspiritus zu coliren pflegt. Es besteht aus einem Gemenge von Margarinsäure, Pelargonsäure und Kornöl (Oleum siticum).

Runkelrübenfuselöl. Das Runkelrübenfuselöl ist ein Oel von dicklicher Consistenz, undurchsichtig, von saurer Reaction und penetrantem Geruch. Es enthält Capron- und Caprylsäure, so wie eine Aetherart, deren Bestandtheile noch nicht bekannt sind.

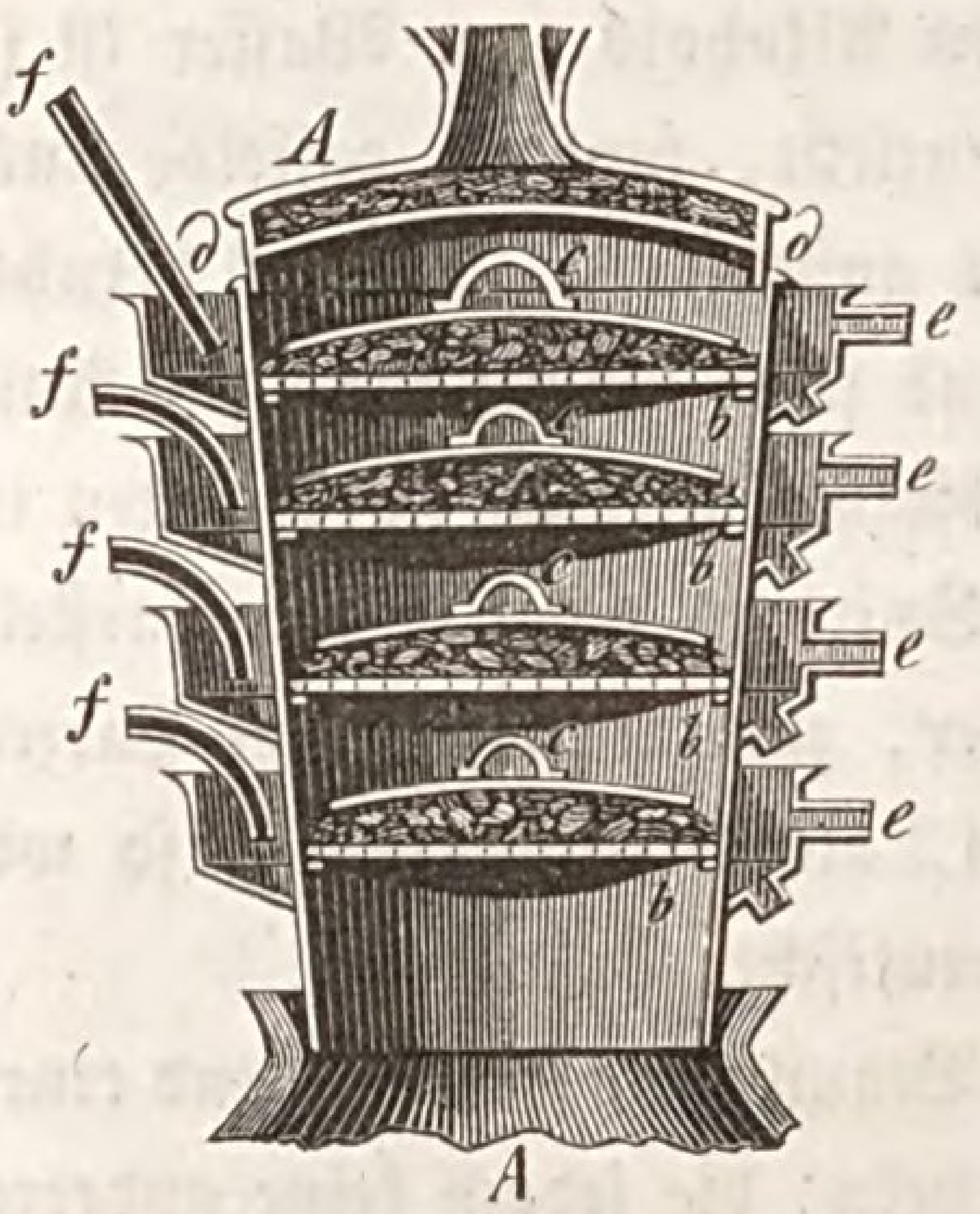
Kartoffelfuselöl. Das Kartoffelfuselöl findet sich in dem Kartoffelalkohol. Obgleich Payen glaubt, daß das Fuselöl schon fertig gebildet in den Kartoffeln vorkomme, ja sogar das Organ ausgemittelt haben will, in welchem sich das Oel befindet, so spricht doch seine Gegenwart in den Gährungsproducten des Rüben- und Traubenzuckers dafür, daß es aus dem Zucker entsteht. Das Kartoffelfuselöl erscheint als farblose, widrig riechende, in Wasser sehr wenig lösliche Flüssigkeit. In Bezug auf seine Zusammensetzung ($C_{10} H_{12} O_2$), Verbindungen und Zersetzungsproducte hat diese Flüssigkeit die größte Aehnlichkeit mit dem Alkohol, man bezeichnet sie daher auch mit dem Namen Amylalkohol*). Eben so wie der gewöhnliche Alkohol bei der Oxydation Essigsäure liefert, eben so entsteht aus dem Kartoffelfuselöl Baldriansäure, dieselbe Substanz, die sich aus dem ätherischen Oele des Baldrians an der Luft, beim Faulen des Fleisches u. s. w. bildet. Auf der theilweisen Oxydation des Fuselöles beruhen viele Entfuselungsmethoden.

Entfuselung. Die Entfuselung hat zum Zweck, den Fuselgeruch des Weingeistes zu entfernen. Eins der bekanntesten und bewährtesten Entfuselungsmittel ist die Destillation des rohen Weingeistes oder Branntweins über ausgeglühtem Kohlenpulver, oder die Flüssigkeit vorher in Fässern mit Holzkohle zu digeriren und dann zu destilliren. Zu diesem Zwecke hat Peters empfohlen, die Fässer auf gewöhnliche Weise zu beschicken, in die Mitte aber eine Schicht von 1 Th. Braunsteinpulver mit 2 Th. Knochen-

*) So wie man in dem Alkohol ein Radical, das Aethyl $C_4 H_5$ annimmt, das als Oxyd mit 1 Aequiv. Wasser verbunden dem Alkohol $C_4 H_6 O_2 = C_4 H_5 O + HO$ bildet, so nimmt man auch in dem Kartoffelfuselöl $C_{10} H_{12} O_2$ ein analoges Radical, das Amyl $C_{10} H_{11}$ an. Der Alkohol bildet bei der Oxydation Essigsäure und Wasser $C_4 H_6 O_2 + 4 O = C_4 H_3 O_3 + 3 HO$, das Kartoffelfuselöl Baldriansäure und Wasser $C_{10} H_{12} O_2 + 4 O = C_{10} H_9 O_3 + 3 HO$.

kohle einzuschalten. Ein solches Faß soll 12—15 Monate wirksam bleiben. Bei dem Falkmann'schen Apparat (Fig. 91) ist das Wesentliche ein helmartiges Gefäß A, in welchem sich die durchbrochenen Böden bbbb eingesetzt befinden; auf einem jeden Boden befindet sich eine Schicht Kohlen, die mit einem Deckel c bedeckt ist. Das Ganze ist Oben mit einem Hut geschlossen, der die Kohlenschicht dd enthält. Der um das Gefäß A auswendig herumlaufende Kühlapparat, der in der Zeichnung durch die Zuflußröhren ffff und die Abflußröhren eeee angedeutet ist, dient dazu, die Temperatur der Kohlenschichten zu reguliren. Hierbei ist zu bemerken, daß man nur Branntwein, nicht aber stärkeren Weingeist entfuseln kann, da starker Weingeist sogar der zum Entfuseln verwendeten Kohle das Fuselöl wieder entzieht. Andere Entfuselungsmittel, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorkalk, Kupferoxydhydrat, chromsaures Kali, übermangansaures Kali u. dergl. sind nicht zu empfehlen, weil sie zum Theil das Fuselöl nicht zerstören, theils aber auch zersetzend auf den Alkohol wirken, wodurch ein Aether entsteht, der den Fuselgeruch nur verdeckt. Meißner empfiehlt, den Branntwein, behufs der Entfuselung, über weißem Wachse zu rectificiren.

Fig. 91.



Darstellung von absolutem Alkohol.

Der Alkohol hält die letzten Antheile Wasser so hartnäckig zurück, daß dieselben direct durch Destillation nicht entfernt werden können. Wohl aber läßt sich das Wasser abscheiden, wenn man einen Körper zu dem wasserhaltigen Alkohol setzt, der zu dem Wasser mehr Verwandtschaft, als Letzteres zum Alkohol hat. Solche Körper sind Aetzkalk, geschmolzenes Chlorcalcium u. s. w. Man digerirt diese Körper mit dem Alkohol (auf 1 Liter Alkohol nimmt man $1^1/_2$ Pfund Kalk) und destillirt darauf ab. Die absolute Abwesenheit von Wasser erkennt man daran, daß einige Tropfen des Alkohols wasserfreies schwefelsaures Kupferoxyd unverändert weiß lassen; die geringste Menge Wasser verräth sich durch sogleich eintretende Bläuung.

Eigenschaften des Alkohols und Anwendung desselben.

Der **Alkohol** $C_4\,H_6\,O_2$, Weingeist, Spiritus, Sprit, erscheint im wasserfreien Zustande als eine farblose, angenehm geistig riechende Flüssigkeit, die leicht verdunstet, mit Wasser vermischt sich verdichtet und Wärme entwickelt. Sein spec. Gewicht = 0,794; sein Siedepunkt = 78°. Die Verwandtschaft des Alkohols zum Wasser ist so groß, daß er nicht nur aus der Luft Wasser anzieht, sondern dasselbe auch aus thierischen und vegetabilischen Geweben aufnimmt. Darauf beruht, innerlich genommen, seine giftige Wirkung und seine Anwendung zur Aufbewahrung anatomischer Präparate. Der absolute Alkohol findet selten in der Technik Anwendung. Als sogenannter Spiritus dient er zur Darstellung von Liqueuren, Parfümerien, von Aether, zum Auflösen von Harzen (Lacke, Tincturen), zur Schnellessigfabrikation, als Brennmaterial, so wie zur Darstellung vieler chemischer und pharmaceutischer Präparate.

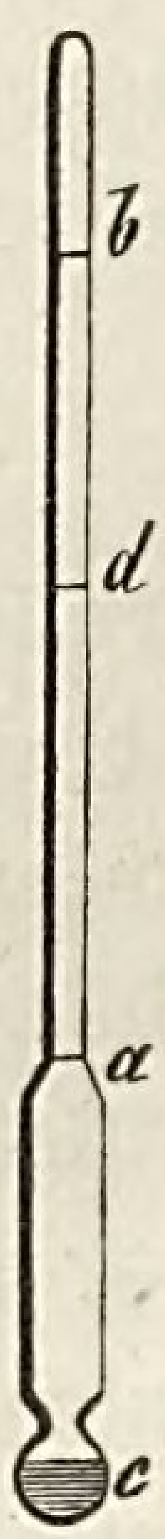
Alkoholometrie.

Um den Alkoholgehalt des Branntweins oder irgend einer destillirten alkoholhaltigen Flüssigkeit zu ermitteln, die jedoch keine anderen wesentlichen Bestandtheile, als Alkohol und Wasser enthalten, bedient man

Aräometer.

sich der **Aräometer**, **Alkoholometer** oder **Senkwagen**. Die Anwendung dieser Instrumente beruht auf dem Principe, daß ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper ein dem seinigen gleiches Volumen Wasser verdrängt und von seinem Gewichte eben so viel verliert, als die verdrängte Wassermasse wiegt. Gewöhnlich ist ein Aräometer ein hohler Glaskörper von der beistehenden Gestalt (Fig. 92); die Röhre a b ist genau cylindrisch, der Körper a hohl und die Kugel c mit Bleischrot oder Quecksilber gefüllt. In den Raum von b bis d bringt man eine Skala. Je nachdem nun diese Spindel mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit einsinkt, bestimmt man das spec. Gewicht derselben. — Die Aräometer von **Tralles** und **Richter** sind die gebräuchlichsten. Mit Letzterem stimmt das von **Stoppani** überein. Beide sind Procentenaräometer, d. h. sie geben durch die Zahl, bis zu welcher sie einsinken, an, wie viel der untersuchte Alkohol in 100 Th. reinen Alkohol enthält. Die Differenz beider rührt aber davon her, daß das Aräometer von **Tralles** Volumenprocente, das von **Richter** Gewichtsprocente angiebt. Da die Eintheilung des Richter'schen Aräometers auf nicht ganz richtigen Voraussetzungen beruht, so ist das von Tralles vorzuziehen. Fol-

Fig. 92.



gende Tabelle giebt eine Vergleichung der beiden Skalen unter einander und mit den wahren Gewichtsprocenten, mit dem entsprechenden spec. Gewichte, bei einer Temperatur von 15°.

Spec. Gewicht.	Wahre Gewichtsproc.	Angebliche Gewichtsproc. nach Richter.	Volumenprocente nach Tralles.
0,990	4,99	5	6,23
0,981	11,11	10	13,73
0,972	18,12	15	22,20
0,964	24,83	20	30,16
0,956	29,82	25	36,50
0,947	35,29	30	42,12
0,937	40,66	35	48,00
0,926	46,00	40	53,66
0,915	51,02	45	58,82
0,906	54,85	50	62,65
0,899	60,34	55	67,96
0,883	64,79	60	72,12
0,872	69,79	65	76,66
0,862	74,66	70	80,36
0,850	78,81	75	84,43
0,838	83,72	80	88,34
0,827	88,36	85	91,85
0,815	92,54	90	95,05
0,805	96,77	95	97,55
0,795	99,60	100	99,75

Rum. Indem man gewisse zuckerhaltige Stoffe gähren läßt, die während der Gährung eigenthümliche, aber angenehm riechende Fuselöle entwickeln, erhält man Rum, Cognac, Arak u. s. w. Der Rum wird auf den Antillen, namentlich auf Jamaika und in Ostindien durch Gährung des Zuckerrohrsaftes, der Zuckerrohrabfälle und namentlich der Melasse, und durch Abdestilliren des Alkohols dargestellt. Die zuerst bei der Destillation übergehenden Theile enthalten das eigenthümliche Aroma des feinen Rums. Die zuletzt übergehenden Antheile werden der Rectification unterworfen. In England und Deutschland fabricirt man viel ordinären Rum,

common rhum oder melasses spirit, indem man verdünnten Syrup der Zuckersiedereien mit Hefe hinstellt und nach 3—4 Tagen die gegohrene Flüssigkeit destillirt. Wegen des bei der Gährung der Rübenzuckermelasse sich bildenden Runkelrübenfuselöles*) kann diese Substanz nicht zur Rumfabrikation angewendet werden. Das dem Rum eigenthümliche Aroma rührt von einer kleinen Menge Pelargonäther her. Künstlichen Rum stellt man häufig aus Getreide- und Kartoffelalkohol, welcher mit etwas Ameisenäther oder Butteräther, Zimmttinctur und mit Rußtinctur (Tinctura fuliginis der Pharmaceuten) oder mit etwas Juftenledertinctur versetzt worden ist, dar. Der Rum enthält gewöhnlich 47,77 Volumenprocente Alkohol**).

Cognac. Der Cognac oder Franzbranntwein wird durch Destillation des Weins, der Weinhefen und der Weintrebern erhalten. Der aus diesem Wein erhaltene Alkohol führt den Namen Sprit (Esprit de vin). Er ist blaßgelb, und von eigenthümlichem zusammenziehenden Geschmack welchen er durch eichene Fässer erhält, in welchen er aus Frankreich verschickt wird. Der Cognac wird häufig vermittelst entfuselten Kartoffelalkohols, zu welchem man etwas Essigäther und Eichenrindentinctur setzt, nachgemacht.

Arak, Arsa u. s. w. Als andere Branntweinsorten sind noch anzuführen der Arak, der Toddy, der aus dem Zuckersafte der Blüthenkolben der Cocospalme und Dattelpalme unter Zusatz von Zucker, Reis und Palmbaumrinde zu Goa an der Küste Malabar und auf Java gewonnen wird; das aus Kirschen, hauptsächlich im Schwarzwalde, bereitete Kirschwasser, und endlich die aus der Pferdemilch erhaltene Arsa. Bei der Darstellung der Letzteren wird der in der Milch enthaltene Milchzucker durch die Einwirkung einer kleinen Menge durch das Sauerwerden der Milch erzeugter Milchsäure in Krümelzucker übergeführt, der dann durch die Gährung und Destillation einen Branntwein liefert, der Araca genannt wird. Bei nochmaliger Destillation erhält man die Arsa. Die undestillirte Flüssigkeit wird von den Tartaren Kumys, von den Kalmücken Tschigan genannt.

*) Einige Notizen über die Natur dieses Fuselöles von Alex. Müller s. Journ. f. pr. Chem. LVI. p. 103.

**) Eine von Berlin versandte Rumessenz bestand meiner Untersuchung nach wesentlich aus einer weingeistigen Lösung von buttersaurem Amyloxyd.

Aether. Aether, $C_4 H_5 O$. Aus dem Alkohol stellt man den Aether dar, der auch fälschlich Schwefeläther genannt wird, weil man zu seiner Bereitung Schwefelsäure anwendet. Der reine Aether erscheint als farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlichem durchdringenden Geruch und Geschmack, siedet bei 35°, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur schnell und bewirkt dadurch bedeutende Temperaturerniedrigung.

Darstellung des Aethers. Man mengt 5 Th. Alkohol mit 3 Th. concentrirter Schwefelsäure vorsichtig mit einander und bringt das Gemenge in eine tubulirte Retorte, die höchstens zur Hälfte damit angefüllt sein darf. Mittelst eines durchbohrten Korkes führt man durch den Tubulus der Retorte eine gebogene Glasröhre, die mit dem Hahne eines Behälters, der mit Alkohol angefüllt ist, in Verbindung steht. Nachdem die Retorte in eine passende Feuerung gestellt und eine Vorlage, durch deren Tubulus eine gebogene Glasröhre in ein Gefäß mit Wasser führt, vorgelegt worden ist, bringt man durch allmälig verstärktes Feuer den Inhalt der Retorte ins Sieden und läßt in dem Verhältnisse, als in die Vorlage Aether und Wasser übergeht, Alkohol aus dem Behälter in die Retorte nachfließen, bis ungefähr 40 Theile übergegangen sind. Das aus Aether und Wasser bestehende Destillat wird mit Kalkmilch geschüttelt und über Chlorcalcium rectificirt. Ueber die Theorie der Darstellung weiter unten.

Anwendung des Aethers. Der Aether ist mit Alkohol in jedem Verhältnisse mischbar; ein Gemenge von 1 Th. Aether mit 3 Th. Alkohol bildet Hofmann's Liquor. Ein Theil Aether löst sich in 9 Th. Wasser. Der Aether löst Phosphor, Kautschuk auf, und wird besonders zur Fabrikation von Gegenständen von letzterem angewendet.

Chloroform. Das Chloroform, $C_2 H Cl_3$, das in der neueren Zeit so vielfache Anwendung als Betäubungsmittel gefunden hat, ist eine durchsichtige farblose Flüssigkeit, die angenehm ätherisch riecht, sich in Alkohol und Aether in allen Verhältnissen, wenig aber nur in Wasser löst. Man stellt es dar, indem man 1 Th. Chlorkalk mit 3 Th. Wasser und $^1/_8$ Th. Alkohol destillirt, das aus zwei Schichten bestehende Destillat vermittelst einer Pipette trennt und das erhaltene Chloroform durch Destillation über Schwefelsäure entwässert. Hinsichtlich der Zusammensetzung des Chloroforms ist anzuführen, daß es der Ameisensäure analog zusammengesetzt ist, nur enthält es den Sauerstoff ersetzt durch Chlor.

Bäckerei.

Bäckerei. Das Backen des Brotes hat zum Zweck, einen durch Gase aufgetriebenen, porösen Mehlteig schnell zu trocknen, und dadurch das Mehl in einen Zustand zu versetzen, in welchem es am leichtesten verdaut wird. Das Auftreiben des Mehlteiges geschieht dadurch, daß man einen sehr geringen Theil der Stärke des Mehls in Krümelzucker überführt und denselben gähren läßt. Die sich bei der Gährung entwickelnde Kohlensäure sucht zu entweichen, wird aber daran durch die Zähigkeit des Mehlteiges verhindert. Der nebenbei erzeugte Alkohol kommt nicht in Betracht. Die Bäckerei zerfällt in 5 Hauptoperationen, nämlich:

1) in das Anmachen des Teiges,
2) in das Kneten,
3) in das Aufgehenlassen,
4) in das Formen und
5) in das eigentliche Backen.

Mehl. Unter Mehl versteht man im engern Sinne das in den Mühlen durch Zermahlen der Getreidekörner erhaltene, und von den Hüllen, der Kleie, befreite Pulver. Das Getreidemehl, gleichviel von welcher Getreideart, zeigt hinsichtlich der Bestandtheile eine wesentliche Uebereinstimmung. Es enthält: Stärkemehl, den sogenannten Kleber (eine stickstoffhaltige Substanz, welche wiederum aus Casein, Fibrin, Mucin und Fett besteht), einen eiweißartigen Körper, Krümelzucker und Dextrin, Salze der Alkalien und alkalischen Erden, Wasser, Hülsen oder Kleie. Nach Millon's Versuchen besteht die Kleie in 100 Theilen aus

Stärkemehl, Dextrin und Krümelzucker	54,0
Kleber	14,9
Fett	3,6
Holzfaser	9,7
Salze	0,5
Incrustirende und riechende Substanz .	3,4
Wasser	13,9

Die Quantität der Kleie ist von der mehr oder minder sorgsamen Bereitung des Mehls abhängig, sie beträgt 5, 10, selbst 25 Proc. Durch die Abscheidung der Kleie wird der Nahrungswerth des Getreides weit mehr verringert, als er durch die Entfernung der Holzfaser vermehrt wird; es

entsteht daraus eine Anforderung der Oekonomie, zu gewissen Zwecken die Beutelung des Mehles gänzlich zu unterdrücken.

Das feinste Mehl ist von mattweißer Farbe, fühlt sich weich und etwas fettig an, enthält in lufttrocknem Zustande 12—18 Proc. Wasser, und giebt mit der Hälfte seines Gewichts Wasser zusammengeknetet, einen sehr elastischen, gleichmäßigen Teig. Trocknes Mehl läßt sich an einem trocknen Orte lange Zeit unverändert aufbewahren; feuchtes Mehl oder auch trocknes an einem feuchten Ort aufbewahrt, erwärmt sich, bildet Klümpchen und wird übelriechend und sauer. Es scheint hierbei, als ob unter Mitwirkung des Sauerstoffs sich zuerst der Kleber verändert, ferner ein Theil des Stärkmehls in Zucker und Milchsäure übergeht. Unter dem Einflusse von Feuchtigkeit entwickeln sich endlich Pilze, deren Sporen sogar die Verderbniß auf das Brot übertragen können. In Folge seiner Bereitung ist das Mehl stets durch abgeriebenen Steinstaub verunreinigt; die Menge desselben bis zu 3 Theilen in 10000 Theilen Mehl.

Es folgen hier einige Analysen von Mehl verschiedener Getreidearten:

	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Mais	Reis
Stärkmehl	71,49	61,07	72,00	60	28,40	85,0
Kleber	10,96	9,48	3,66	2	4,80	3,6
Zucker, Dextrin	8,04	14,37	10,60	13	0,20	1,0
Wasser	10,00	Eiweiß 3,28	1,23	0,2	Fett 32,36	0,1
Faser	—	6,38	6,80	13	20,0	4,8
Unorganische Salze u. Verlust		5,62	2,50	0,02	4,32	5,5
	—		Wasser 10,00	11	—	—

Das Getreidemehl erfährt mannigfaltige Verfälschungen. Am häufigsten findet eine Verfälschung theurerer Mehlsorten mit geringeren oder mit Kartoffelstärke statt, seltener mit unorganischen Stoffen. Eine Verfälschung mit Kartoffelstärke erkennt man, indem man die, nach dem Auswaschen des Klebers aus dem Teig des zu prüfenden Mehls gewonnene, milchige Flüssigkeit durch ein Seidensieb in ein spitzkegelförmiges Glas gießt und einige Zeit stehen läßt. Die Kartoffelstärke fällt zuerst und concentrirt sich in der Spitze. Man bringt dieselbe auf ein Uhrglas, übergießt sie mit Kalilösung von 1,75 Proc. und beobachtet unter dem Mikroskop. Die Kartoffelstärkekörner quellen aufs Sechsfache ihres Volumens auf und bilden eine Gallerte, während die Weizenstärke unverändert bleibt.

Eine Verfälschung mit Buchweizenmehl wird an der eckigen Form der Buchweizenstärke erkannt. Mais- und Reisstärkemehl hat zwar dieselbe

Form, sie ist indeß zugleich halbdurchsichtig und dadurch von der des Buchweizens zu unterscheiden.

Die Verfälschung des Mehls mit gemahlenen Hülsenfrüchten characterisirt sich dadurch, daß unter dem Mikroskop immer Fragmente von Zellgewebe bemerkt werden, die sich durch die netzförmige Structur mit sechseckigen Maschen leicht verrathen, wenn man das verfälschte Mehl mit Kalilauge von 10—12 Proc. befeuchtet auf den Objectivträger bringt. Das Bohnen- und Wickenmehl hat ferner die Eigenthümlichkeit, daß es durch eine aufeinanderfolgende Behandlung mit Salpetersäurehydrat und Ammoniakdämpfen eine purpurrothe Farbe annimmt. Ein Zusatz von 4 Proc. von Bohnen- oder Wickenmehl läßt sich noch auf diese Weise erkennen. Das Mehl der kleinen weißen Bohnen verräth sich in Folge eines geringen Gehaltes an eisengrünendem Gerbstoffe, insofern das Mehl, mit einer Eisenvitriollösung befeuchtet, eine grünliche Färbung annimmt. Eine Beimischung von Leinmehl, die besonders in Flandern häufig vorkommt, läßt sich nicht gut durch den Gehalt an Leinsamenschleim, wohl aber auf folgende Art nachweisen: 14procentige Kalilösung zeigt, mit Leinmehl zusammengebracht, kleine, regelmäßige, glasige und rothgefärbte Fragmente, welche von der Umhüllung des Kornes herrühren; durch dieses Mittel läßt sich noch eine Beimengung von 1 Proc. Leinmehl nachweisen.

Verfälschung des Mehles mit unorganischen Substanzen, wie mit Gyps, Knochenerde, Kreide, Thon, kommen auch zuweilen vor. Diese Verfälschung läßt sich leicht durch Zunahme des Aschengehaltes des Mehles (der bei Roggen- und Weizenmehl höchstens 1,5 Proc. beträgt) erkennen.

Anmachen des Mehls.

Das Anmachen des Mehls mit Wasser zu einem Teige ist die erste Manipulation beim Backen. Das Anmachen hat zum Zweck, das Dextrin, den Krümelzucker (deren Menge während des Anmachens durch die Einwirkung des Klebers auf das Stärkmehl vermehrt wird), einige eiweißartige Körper aufzulösen und in aufgelöstem Zustande die unlöslichen Bestandtheile des Mehls, die Stärke, das Fibrin und den Kleber zu durchdringen und aufzulockern. Wollte man das Mehl nur mit Wasser anmachen, so würde man eine Masse erhalten, die nach dem Backen eine derbe, hornartige, unverdauliche Masse gäbe. Man setzt deshalb ein Gährungsmittel, in unsern Gegenden bei der Schwarzbrotbäckerei gewöhnlich Sauerteig, hinzu.

Sauerteig. Der Sauerteig ist derjenige Theil des in Gährung begriffenen Teiges, der bis zum nächsten Backen aufgehoben wird; er besteht aus einem Gemenge von Mehl und Wasser, in welchem die Stärke unter dem Einflusse der in Fermente umgewandelten eiweißartigen Substanzen, zum Theil in Krümelzucker und als solcher in die geistige Gährung, zum größten Theil aber in die Milchsäuregährung übergegangen ist. Bei einer in dem Leipziger Universitätslaboratorium ausgeführten Untersuchung fanden sich in dem Sauerteig von Säuren die Essigsäure, die Milchsäure und die Propionsäure. Der Sauerteig wirkt in dem Teige gährungsfortpflanzend und auf dieselbe Weise, wie gährende Würze unter frischer Würze, d. h. wie Hefe. Auf 100 Th. Mehl rechnet man 4 Th. Sauerteig oder 2 Th. Hefe.

Kneten des Teiges. Das Kneten geschieht in dem Backtroge, entweder mit den Händen oder mit einer Knetmaschine, bis keine Klümpchen mehr wahrgenommen werden und der Teig gleichmäßig geworden ist. Nach vollendetem Kneten bestreut man den dünnen Brei mit Mehl und läßt ihn an einem warmen Orte mehrere Stunden lang zugedeckt stehen. Wenn der Teig gehörig aufgegangen ist, so erfolgt das Formen oder Auswirken, d. h. man bringt den Teig in die gebräuchliche Form von Brot u. s. w. und läßt die geformten Brote noch einige Zeit mit Mehl bestreut gähren, ehe man sie in den Ofen bringt. Da während des Backens die Brote durch Verdampfen des Wassers beträchtlich an Gewicht verlieren, das Gewicht des Brotes durch die Behörde aber vorgeschrieben ist, so muß man so viel Teig mehr nehmen. Auf jedes Pfund Teig rechnet man bei Schwarzbrot 5 Loth, auf jedes Pfund Weißbrot 4 Loth Teig, die beim Wägen zugegeben werden müssen.

Das Aufgehen. Das Formen.

Das Backen. Ehe man die Brote in den Backofen bringt, bestreicht man sie mit Wasser, dadurch erzeugt sich auf der Oberfläche aus der Stärke Dextrin, welches die Kruste (die Rinde) bildet, das Aufspringen des Brotes verhütet, und indem sich eine kleine Menge in Wasser löst, die nach dem Verdunsten des Wassers auf der Oberfläche zurückbleibt, dem Brote ein gefälliges glänzendes Ansehen ertheilt. Der Backofen ist gewöhnlich rund und hat einen mit Ziegeln belegten Heerd. Außer der Thüre ist noch ein besonderes $1^1/_2$ Fuß langes und 9 Zoll hohes Mundloch, und in der Nähe derselben eine Leuchtröhre vorhanden, um dadurch mittelst eines brennenden Kienspahnes in den Ofen hinein leuchten zu können. Der Ofen

wird mit Holz geheizt. Ist derselbe heiß genug, so zieht man die Kohlen nach der Mündung hin und schafft sie nebst der Asche mit Krücken sorgfältig heraus. Die Temperatur des Ofens beträgt 150—180°. Das Einschieben der Brote in den Ofen geschieht auf hölzernen Schiebern. Nach dem Einschieben werden alle Oeffnungen des Ofens verschlossen. Die Dauer des Backens richtet sich nach der Größe der Brote. Große Brote bleiben 1/2 Stunde, Semmeln oder Wecken 1/4 Stunde in dem Ofen. Die herausgenommenen Brote müssen langsam abgekühlt werden. — Anstatt der Feuerung mit Holz wendet man auch die mit Steinkohlen an, die dazu passenden Oefen haben, da die Steinkohlen ohne Rost nicht brennen, einen Heerd mit Rost, oder sie haben, wie es in England gebräuchlich ist, eine Feuerung mit Rost zur Seite, auf der die Kohlen brennen.

Gewinnung des bei der Bäckerei erzeugten Alkohols.

Man hat versucht, den bei der Brotgährung erzeugten Alkohol, der während des Backens dampfförmig entweicht, in eigenthümlich construirten Backöfen zu verdichten. Alle Versuche sind aber gescheitert, da die Kosten der Verdichtung zu bedeutend sind.

Surrogate für die Brotgährung.

Da das Aufgehen des Brotes auf Kosten eines Theiles der Stärke geschieht, die sich erst in Krümelzucker und dann in Kohlensäure und Alkohol verwandelt, so hat man versucht, die Gährung zu umgehen und dem Teig Substanzen zuzusetzen, welche Kohlensäure entwickeln. Man hat hierzu vorgeschlagen doppelt kohlensaures Natron und Salzsäure, doppelt kohlensaures Ammoniak für sich und mit Weinsäure, Alaun und kohlensaures Ammoniak. Im ersteren Falle bildet sich Kochsalz und Kohlensäure ($NaO, 2\,CO_2 + Cl\,H = Na\,Cl + 2\,CO_2 + HO$), im zweiten weinsaures Ammoniak und Kohlensäure, im dritten Thonerde, schwefelsaures Ammoniak und Kohlensäure ($(Al_2\,O_3, 3\,SO_3 + NH_4\,O, SO_3) + 3\,NH_4\,O, CO_2 = Al_2\,O_3 + 4\,NH_4\,O, SO_3 + 3\,CO_2$). Alle diese Methoden haben den Nachtheil, daß die Kohlensäureentwickelung zu plötzlich stattfindet, am besten dürfte noch die letzterwähnte Methode sein, wenn nicht die in dem Brote zurückbleibende Thonerde ihre Anwendung untersagte. Die Anwendung eines Ammoniaksalzes zur Kohlensäureentwickelung ist insofern nicht anzurathen, als das Ammoniak nur schwierig vollständig verjagt werden kann und dem Brote einen übeln Nachgeschmack ertheilt. Ein leichter Teig läßt sich durch Rum, selbst durch Wasserdämpfe heben. Lebkuchen (Honigkuchen, Pfefferkuchen), die aus Mehl, Honig, Gewürz angefertigt werden, läßt man durch Soda oder Potasche aufgehen.

Verunreinigung des Brotes. Wenn das zur Brotfabrikation angewendete Mehl verdorben ist, so ist der Kleber verändert und erweicht; die bei dem Gähren des Teiges sich entwickelnde Kohlensäure lockert daher den Teig nicht auf, sondern entweicht. Das daraus entstehende Brot ist mithin derb und weniger weiß. Um diesem Uebelstande zu begegnen und schlechtes Mehl zur Erzeugung eines anscheinend guten Brotes anzuwenden, pflegen die Bäcker Belgiens und des nördlichen Frankreichs dem Teig eine kleine Menge schwefelsaures Kupferoxyd ($^1/_{15000}$—$^1/_{30000}$) zuzusetzen, dessen Base sich mit dem Kleber zu einer unlöslichen Verbindung verbindet, wodurch der Teig zähe und weiß wird, und die Eigenschaft erhält, eine größere Menge Wasser aufzunehmen. Um diese schädliche Beimengung nachzuweisen, wird eine Portion des verdächtigen Brotes getrocknet und durch Verbrennen eingeäschert; in der zurückbleibenden Asche läßt sich durch Abschlämmen das Kupfer leicht nachweisen. In England setzt man allgemein dem Mehl beim Brotbacken etwas Alaun zu. In Deutschland, wo der Zusatz von schwefelsaurem Kupferoxyd und Alaun (0,1 Proc.) von der Behörde untersagt ist, bewahrt man in einigen Gegenden den Sauerteig in kupfernen Trögen auf, wodurch sich Grünspan erzeugt, dessen Bildung von den Bäckern nicht ungern gesehen wird. — Mit überschüssigem Wasser angemachtes Brot ist leicht dem Verderben ausgesetzt; es erhält dadurch einen unangenehmen Geruch und ist als Nahrungsmittel nicht mehr tauglich. Häufig beobachtet man dabei einen rothen mikroskopischen Pilz, das Oidium aurantiacum, das sich durch Sporen mit unglaublicher Schnelligkeit fortpflanzt.

Die Preßhefe. Die Bierhefe erleidet in dem Zustande, in welchem sie sich aus der Bierwürze abscheidet, eine beträchtliche Anwendung in der Bäckerei. Da dieselbe aber sehr wenig haltbar und nicht überall frisch zu haben ist, so wendet man Preßhefe, Pfundhefe oder künstliche Hefe an, welche die Bierhefe in den meisten Fällen zu ersetzen im Stande ist. Man pflegt zu diesem Zwecke den Betrieb der Branntweinbrennerei dergestalt zu modificiren, daß die Hefenerzeugung zur Hauptsache, der Weingeist dagegen zum Nebenproduct wird. Die Darstellung der Preßhefe geschieht auf folgende Weise. Man maischt Roggenschrot mit Gerstenmalzschrot ein und kühlt die Maische mit dünner Schlempe. Auf 100 Th. Schrot setzt man 0,5 Th. kohlensaures Natron und 0,37 Th. Schwefelsäure mit Wasser verdünnt, hinzu und bringt die Flüssigkeit mit Hefe in Gährung. Die sich bei der stürmisch stattfindenden Gährung auf der Oberfläche der Flüssigkeit

reichlich einfindende Hefe wird mittelst eines Schaumlöffels abgenommen, durch ein Haarsieb geschlagen, mit Wasser gewaschen und in leinenen Beuteln langsam abgepreßt, bis sie einen steifen, knetbaren Teig bildet. Sie hält sich an kühlen Orten 2—3 Wochen lang. 100 Th. Schrot geben 6—8 Th. Preßhefe.

Essiggährung.

Essiggährung. Unter Essig versteht man im gemeinen Leben eine künstlich erzeugte saure Flüssigkeit, die wesentlich aus Essigsäure und Wasser besteht. Je nach dem Material, aus welchem der Essig erzeugt wird, unterscheidet man:

1) die Gewinnung des Essigs durch trockne Destillation des Holzes,
2) die Erzeugung des Essigs aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten.

Die Gewinnung des Essigs durch trockne Destillation des Holzes wird später bei Gelegenheit der Verkohlung des Holzes angeführt werden. Uns beschäftigt jetzt nur die Erzeugung des Essigs aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten, die, da sie häufig unter Mitwirkung eines Ferments vor sich geht, Essiggährung genannt wird. Die Essigsäure ist ein Oxydationsproduct des Alkohols. Der Vorgang der Umwandelung des Alkohols in Essigsäure läßt sich durch folgendes Schema ausdrücken:

$$\left.\begin{array}{l}\text{1 Aeq. Alkohol } C_4\,H_6\,O_2 \\ \text{4 Aeq. Sauerstoff } 4\,O\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{1 Aeq. Essigsäure } C_4\,H_4\,O_4 \\ \text{2 Aeq. Wasser } 2\,HO\end{array}\right.$$

Bedingungen zur Essiggährung. Nach diesem Schema geben 46 Th. Alkohol 60 Th. höchst concentrirte Essigsäure. Der Vorgang ist aber in der Wirklichkeit nicht so, daß sich aus dem Alkohol sogleich Essigsäure bildet. Ehe diese Säure entsteht, bilden sich erst zwei Körper, welche minder sauerstoffreich als die Essigsäure sind, diese beiden Körper sind das Aldehyd $C_4\,H_4\,O_2$ und die acetylige Säure $C_4\,H_4\,O_3$. Zur vollständigen Umwandelung einer alkoholischen Flüssigkeit in Essig müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1) Hinreichende Verdünnung. Der Alkoholgehalt der Flüssigkeit darf nicht über 10 Proc. betragen.
2) Eine Temperatur zwischen 15—25°.

3) Gehöriger Luftzutritt zu der alkoholischen Flüssigkeit und innige Berührung zwischen beiden.

Die sogenannten Essigsäurefermente, die Essigmutter (Ulvina aceti oder Mycoderma aceti) ist eine Pflanze, die unter dem Mikroskop als eine Aneinanderlagerung von Kugeln erscheint, welche denen der Hefenpilze gleichen, aber einen viel kleineren Durchmesser haben. Sie soll zu dem Alkohol und der Essigsäure in derselben Beziehung stehen, wie die Hefe zum Zucker und Alkohol. Dies ist aber nur in so weit richtig, als Essigmutter zu verdünntem Alkohol gebracht, eben so gut wie eine kleine Quantität Essigsäure bei Luftzutritt die Essiggährung einzuleiten fähig ist. Die Essigsäurefermente wirken nur vermittelst des Essigs, den sie in ihren Poren eingesaugt enthalten. Es ist deshalb allen Essigfabrikanten anzurathen, die Essigmutter durch Essig zu ersetzen, da, wie die Erfahrung gelehrt hat, sich die Essigmutter in größerer Menge auf Kosten des Essigs bildet. Nach neueren Untersuchungen von Thomson (Annal. der Chem. LXXXIII. p. 91) soll die Essigpflanze die Fähigkeit besitzen, gelösten Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln, und scheint eine Modification oder ein Derivat der Hefenpflanze zu sein.

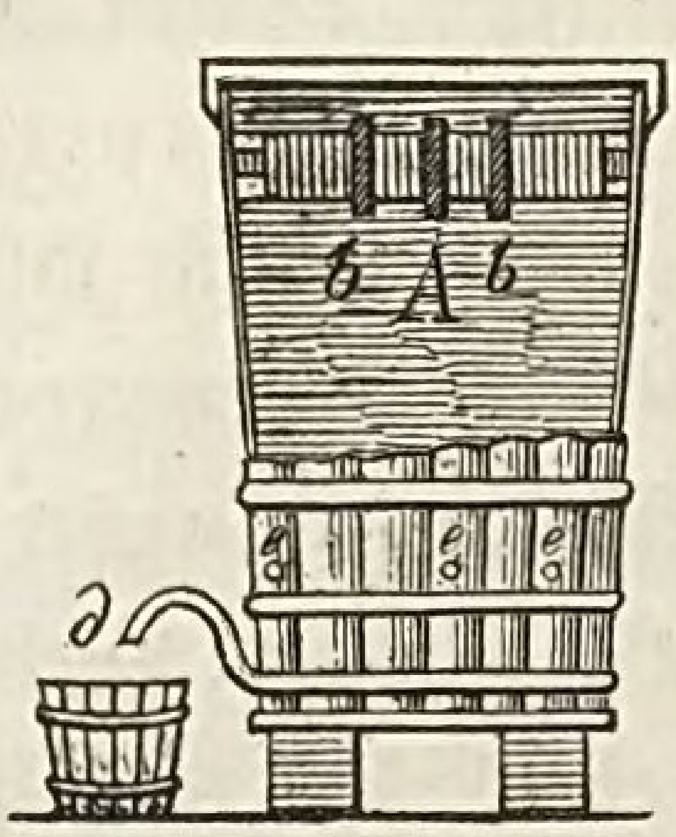
Arten des Essigs. Die bekanntesten Sorten des Essigs sind der Weinessig, der Frucht- und der Branntweinessig. Der Weinessig wird erhalten, indem man Wein entweder für sich oder unter Zusatz von schon fertig gebildetem Essig bei 30—35° Temperatur der atmosphärischen Luft aussetzt, der so erhaltene Essig enthält außer Essigsäure etwas Weinsteinsäure und Aepfelsäure, so wie die in dem Weine enthaltenen Salze. Junge Weine oxydiren sich wegen ihres Zuckergehaltes weit schwieriger als alte. Schwache Weine gähren leichter, geben aber auch schwachen Essig. Die häufig in Weingegenden ausgesprochene Ansicht, ein schlechter Wein sei zur Erzeugung von Essig immer noch gut genug, findet darin ihre Widerlegung, daß nur der Alkohol im Weine in Essigsäure übergeht. Ein alkoholreicherer Wein wird daher einen stärkeren Essig liefern, als ein schwacher, vielleicht schon verdorbener Wein.

Den Frucht- oder Getreideessig stellt man aus Gersten- oder Weizenmalz dar, das man mit Wasser auszieht. Man läßt die zuckerhaltige Flüssigkeit mit Hefe und Essig vermischt gähren. Hierher gehört auch der Essig aus Kartoffeln, aus Zucker, Honig u. s. w. In allen diesen

Fällen muß erst die geistige Gährung eintreten und Alkohol gebildet werden, ehe Essig erzeugt werden kann. Bei der Darstellung dieser Essigarten bringt man die weingeistige Flüssigkeit (das Essiggut) in die sogenannten Mutterfässer, die sich auf Gerüsten in mehreren Reihen horizontal über einander befinden und zum vierten Theile mit schon fertig gebildetem siedend heißen Essig angefüllt sind, in der Weise, daß man jeden Tag eine kleine Menge der weingeistigen Flüssigkeit zu dem Essig setzt, bis das Faß beinahe voll geworden ist. Die Fässer werden mit ihren offenen, 3 Zoll weiten Spundlöchern, ungefähr 14 Tage lang liegen gelassen, nach welcher Zeit der Essig fertig ist.

Schnellessigfabrikation. Dies Verfahren ist aber so zeitraubend, daß es von der Schnellessigfabrikation an den meisten Orten verdrängt worden ist, welche darauf beruht, daß man die Berührungspunkte des Alkohols mit der atmosphärischen Luft möglichst vergrößert und eine möglichst günstige Temperatur herstellt. Die Ausführung geschieht auf folgende Weise: Man versetzt Branntwein mit so viel Wasser, daß in dem Gemisch auf 1 Th. Alkohol 8—9 Wasser enthalten sind. Damit der Luft die größtmöglichste Oberfläche dargeboten werde, füllt man ein ungefähr 5 Fuß hohes Faß A (Fig. 93) mit Hobelspänen von Buchenholz, welche mit starkem Essig getränkt worden sind und befestigt in dem obern Theile des Fasses einen cylindrischen Behälter bb, dessen Boden mit vielen kleinen Oeffnungen versehen ist. In diesen Oeffnungen befinden sich Bindfäden, an welchen die bis auf 30—33° erwärmte alkoholhaltige Flüssigkeit, die man in den obern Behälter bringt, in das Faß tröpfelt. Durch die Löcher eee in dem unteren Theile des Fasses strömt fortwährend atmosphärische Luft ein, welche ihren Sauerstoff an den Alkohol abgiebt und durch Oeffnungen in den Behälter b entweicht. Die Oxydation geht am schnellsten bei einer Temperatur von + 36° vor sich. Die unten bei d abfließende Flüssigkeit enthält schon zum großen Theil den Alkohol in Essigsäure umgewandelt. Damit die Umwandelung aber vollständig vor sich gehe, läßt man die Flüssigkeit noch durch ein zweites und dann durch ein drittes Faß laufen. Gewöhnlich dauert die ganze Fabrikation drei Tage. In der Regel fabricirt man Essig von 2—5 Proc. Gehalt an Essigsäurehydrat. Anstatt der Holz=

Fig. 93.

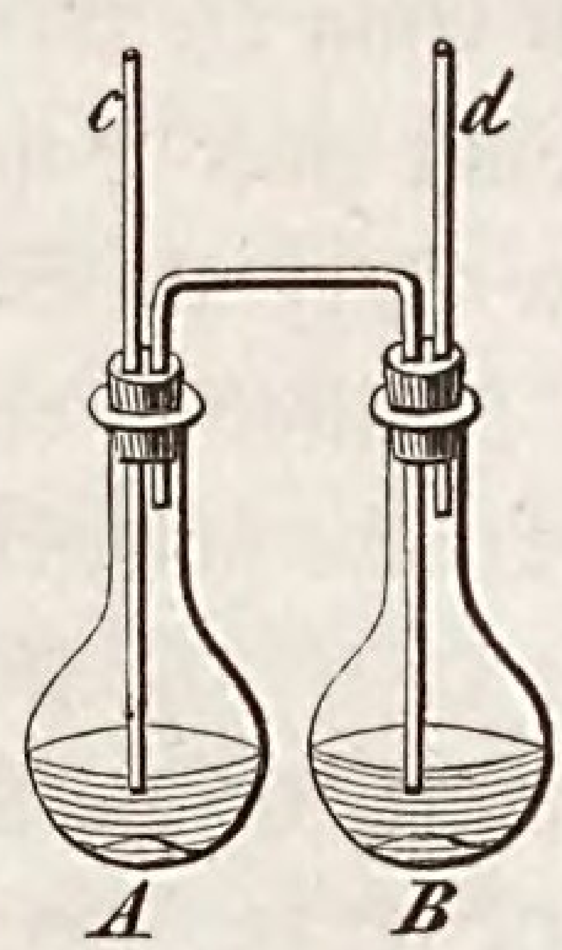


späne wendet man jetzt häufig gröblich gepulverte Kohle an, durch welche man den verdünnten Weingeist laufen läßt.

Prüfung des Essigs auf seine Stärke.

In früheren Zeiten pflegte man dem Essig spanischen Pfeffer, Seidelbast, Schwefelsäure u. dergl. in der Absicht zuzusetzen, denselben schärfer und stärker zu machen. Eine solche Verfälschung kommt aber jetzt nicht mehr vor. Wohl aber ist ein Essig auf seinen Gehalt an Essigsäure zu prüfen, wobei man aber das gewöhnliche Mittel, dessen man sich bedient, um die Stärke einer Säure zu prüfen, nämlich das specifische Gewicht nicht anwenden kann, da die Essigsäure sich nicht proportional ihres Wassergehaltes ausdehnt.*) Die Methoden, welche die Ermittelung der Stärke des Essigs zum Zweck haben, nennt man acetometrische und die Gesammtheit der Verfahren Acetometrie. Am einfachsten ist es, daß man ein bestimmtes Gewicht des zu untersuchenden Essigs durch eine alkalische Flüssigkeit von bekannter Stärke neutralisirt. Man wendet dazu Ammoniak, Kalkwasser oder kohlensaures Kali an und zieht aus der Menge des verbrauchten Alkalis einen Schluß auf die Güte des Essigs. Man verlangt von einem guten Essig, daß 2 Loth desselben (32 Grammen) mindestens ein Quentchen (4 Grammen) kohlensaures Kali zur Sättigung bedürfen. Das vorzüglichste Verfahren aber, um Essig auf seinen Gehalt an Essigsäure zu prüfen, ist das auf der Seite 62 angegebene umgekehrt. Das hierzu dienende Alkali ist am besten zweifach kohlensaures Natron ($NaO, 2\,CO_2$), das aber kein einfach kohlensaures Natron enthalten darf. Um den Versuch auszuführen, füllt man eine kleine Probirröhre von der Fig. 95 angegebenen Form mit 4—5 Grammen des doppelt kohlensauren Salzes, befestigt sie an einem Faden und hängt sie in den Kol-

Fig. 94.

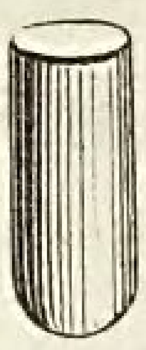


*) Folgende Tabelle zeigt die Variationen des specifischen Gewichtes der Essigsäure je nach der Quantität des mit ihr gemengten Wassers:

Essigsäurehydrat hat ein spec. Gewicht von	. . . . .	1,063
1 Th. Säure mit	10 Th. Wasser hat ein spec. Gewicht von	1,074
1 „ „ „	22,5 „ „ „ „ „ „ „	1,077
1 „ „ „	32,5 „ „ „ „ „ „ „	1,070
1 „ „ „	43 „ „ „ „ „ „ „	1,076
1 „ „ „	55 „ „ „ „ „ „ „	1,074
1 „ „ „	97,5 „ „ „ „ „ „ „	1,068
1 „ „ „	102,5 „ „ „ „ „ „ „	1,063

ben A (Fig. 94) des Apparates, der mit dem abgewogenen Essig und Wasser zum dritten Theile angefüllt ist, auf die Weise, daß ihr Inhalt mit der Säure nicht in Berührung kommt. Darauf verschließt man die Röhre c und richtet den Apparat auf dieselbe Weise vor, wie es bei der Alkalimetrie (Seite 62) angegeben worden ist. Nach genauer Wägung läßt man die Röhre (Fig. 95) in die Säure einsinken. Nach beendigter Kohlensäureentwickelung taucht man den Kolben in laues Wasser, entfernt durch Saugen die Kohlensäure in dem Apparate durch atmosphärische Luft und bestimmt nach dem Erkalten die Verminderung des Gewichts, aus der sich der Säuregehalt berechnen läßt. Man erhält den Procentgehalt an Säure unmittelbar durch die Anzahl der Centigramme der entweichenden Kohlensäure, wenn man 1,16 Gramme Essig, oder wenn derselbe sehr verdünnt ist, das Doppelte oder das Dreifache dieser Menge nimmt, so daß man 1—2 Gr. Kohlensäure erhält. Dann ist es aber nothwendig, die Anzahl der erhaltenen Centigramme mit derselben Zahl zu dividiren, mit welcher man die Grundzahl multiplicirt hat, damit sie dem Procentgehalt der Säure entspreche.

Fig. 95.



Essigsäure. Um aus dem Essig die **Essigsäure** $C_4\ H_3\ O_3,\ HO$ abzuscheiden, sättigt man denselben mit einer Base, dampft zur Trockne ab und destillirt das erhaltene essigsaure Salz mit Schwefelsäurehydrat. Möglichst wasserfrei erhält man sie durch Destillation von zweifach schwefelsaurem Kali mit Bleizucker, es bildet sich neutrales schwefelsaures Kali und schwefelsaures Bleioxyd, und Essigsäurehydrat $C_4\ H_3\ O_3,\ HO$ destillirt über:

$$KO,\ 2\,SO_3,\ HO + PbO,\ C_4\ H_3\ O_3 = KO,\ SO_3 + PbO,\ SO_3 + C_4\ H_3\ O_3,\ HO.$$

Sie erscheint als eine farblose Flüssigkeit, die sich bei $+\ 13^0$ zu einer festen krystallinischen Masse verdichtet, durchdringend sauer riecht und schmeckt. Sie hat die Eigenschaft, ätherische Oele und Kampher zu lösen.

Fäulniß.

Fäulniß im Allgemeinen. Ein **Fäulnißproceß** wird jeder Zersetzungsproceß genannt, der in einem Theile eines organischen Körpers durch eine äußere Ursache beginnt und sich dann durch die ganze Masse fortpflanzt, ohne weitere Mitwirkung der ursprünglichen Ursache. Ein organischer Körper ist nur

dann fäulnißfähig, wenn er für sich, ohne andere Bedingungen, als angemessene Temperatur und eine gewisse Menge Wasser, einen Zersetzungsproceß erleidet, in dessen Folge er in seiner ursprünglichen Beschaffenheit verändert wird. Nur sehr wenige der in der Natur vorkommenden Körper sind der Fäulniß fähig, aber so klein auch ihre Zahl ist, so sind doch diese Substanzen allgemein verbreitet und kein Theil eines organisirten Wesens ist frei davon. Zu diesen Stoffen gehören die eiweißähnlichen Körper und die leimgebenden Substanzen. Da nur organische Körper der Fäulniß fähig sind, so sind es im faulenden Wasser auch nur die darin befindlichen organischen Substanzen. Die Anwesenheit von Infusorien als Erreger der Fäulniß zu betrachten, ist eine nicht gegründete Ansicht, obgleich wir stets da Vibrionen bemerken, wo faulende Körper mit der Luft in Berührung stehen. — Zersetzungsprocesse, die bei Zutritt von feuchter Luft und ohne Entwickelung übelriechender Gasarten vor sich gehen, nennt man Verwesung und Vermoderung.

Fäulnißwidrige Mittel. Es giebt gewisse Körper und Agentien, welche die freiwillige Zersetzung organischer Substanzen verhindern und die schon eingetretene beseitigen. Man nennt solche Körper fäulnißwidrige Mittel oder Antiseptica. Eine wesentliche Bedingung zur Fäulniß ist eine bestimmte Temperatur; eine niedrige ist deshalb ein kräftiges Antisepticum. Ein überraschendes Beispiel von der conservirenden Kälte haben wir in der Erhaltung des Mammuths, welches Pallas im Eise Sibiriens fand. Eine andere Methode der Conservation besteht in vollständigem Austrocknen, da Wasser zu den Hauptbedingungen der Fäulniß gehört. Vollkommen ausgetrocknete Substanzen gehen nicht in Fäulniß über. Das Austrocknen geschieht entweder, indem man den Körper einer höhern Temperatur aussetzt, oder denselben mit Substanzen zusammenbringt, die wasserentziehend wirken wie der Alkohol, der Zucker, verschiedene Salze u. s. w. In tropischen Gegenden, Arabien, Aegypten u. s. w. werden die Leichen in den durch die Sonne bis auf 40—60° erwärmten Sand gelegt, und nach mehreren Tagen wieder hervorgezogen; sie sind dann so ausgedörrt, daß sie kein Wasser mehr enthalten und dasselbe auch aus der Luft schwer wieder aufnehmen. Die bekannten Gewölbe wie z. B. der Bleikeller in Bremen, in denen die Leichen unverwest sich erhalten, verdanken diese Eigenschaft einer sehr trocknen Atmosphäre und besonders einem fortwährenden Luftzuge, der die Feuchtigkeit mit sich fortführt. — Ohne den Sauerstoff der Luft ist

keine Fäulniß möglich. Schließt man daher die atmosphärische Luft ab, so tritt keine Fäulniß ein. Dies ist z. B. der Fall, wenn man Eier in Kalkwasser legt, die sich in demselben jahrelang unverändert aufbewahren lassen; wenn man Fleischspeisen in Fett einschmilzt. Eben so beruht die

Appert's Methode.

Methode Appert's zur Aufbewahrung gekochter Nahrungsmittel auf dem vollständigen Abschluß der Luft; diese Methode besteht darin, daß man die zu conservirende Substanz in eine starke Glasflasche oder in eine Blechbüchse bringt, dieselbe luftdicht verschließt und einige Zeit in siedendes Wasser setzt. Durch die Erhöhung der Temperatur bis auf 100° werden die in der Luft enthaltenen Keime getödtet, zu gleicher Zeit wird aber auch der Sauerstoff absorbirt und in Kohlensäure verwandelt. Das Verfahren Appert's empfiehlt sich durch Vollkommenheit und nicht zu große Kostspieligkeit.

Aus dem nämlichen Grunde wirken die Substanzen fäulnißwidrig, welche den Sauerstoff der atmosphärischen Luft an sich ziehen. Solche Substanzen sind Eisenfeile, schweflige Säure, Stickoxyd u. s. w. Die Wirksamkeit einer anderen Klasse von antiseptischen Mitteln beruht darauf, daß dieselben mit den eiweißartigen Substanzen der organischen Körper, welche als amorphe, saftige Massen denjenigen Zustand zeigen, in welchem die Materie am leichtesten den Einflüssen der Agentien ausgesetzt ist, Verbindungen eingehen und eine Hülle bilden, welche die darunter liegenden Theile vor der Fäulniß schützt. Auf diese Weise wirken das im Rauch und in dem Holzessig enthaltene Kreosot, das Quecksilberchlorid, die arsenige Säure, die Gerbsäure, das salpetersaure Silberoxyd, das Zinkchlorür, die schwefelsaure Thonerde u. s. w. Unter den wirksamsten fäulnißwidrigen Stoffen zeichnet sich endlich die Kohle aus, die besonders mechanisch fein zertheilt von großer Wirksamkeit ist. Ob diese Eigenschaft von der mechanischen Structur der Kohle abhängt und mit der chemischen Natur nichts gemein hat, ist noch nicht entschieden. Hierher gehören auch das Chlor und die Salpetersäure. Alle Methoden, Nahrungsmittel zu conserviren, kommen darauf zurück, daß man ihnen das Wasser entzieht, wie durch das Einpökeln, Einmachen und Räuchern, oder daß man der Zersetzung eine bestimmte Richtung giebt, wie z. B. bei der Erregung der Milchsäuregährung beim Einlegen des Sauerkrautes, der sauren Gurken u. s. w.

Reine Holzfaser ist an sich nur sehr wenig der Zerstörung durch die Zeit unterworfen. Wenn wir aber trotzdem finden, daß das Holz

sich verändert, wenn scheinbar auch keine nachtheiligen Einflüsse vorhanden sind, so ist der Grund dieser Erscheinung in Substanzen zu suchen, welche der reinen Holzfaser fremd sind, dieselbe aber stets begleiten, nämlich in den Saftbestandtheilen, als einer wässerigen Lösung eiweißähnlicher Substanzen. Bei Anwendung des Holzes zu Landbauten, wo es geschützt gegen Hitze und Feuchtigkeit liegt, hat es fast nur einen Feind, den Holzwurm; wo es hingegen feucht liegt, wo kein Luftzug die Anhäufung der Zersetzungsproducte hindert, gehen die eiweißähnlichen Körper der Saftbestandtheile in Fäulniß über und verändern hierbei die Faser, welche ihren Zusammenhang verliert und zuletzt eine zerreibliche Masse wird. Man nennt diese Zersetzung die Fäulniß, das Vermodern oder Verstocken des Holzes. Hierbei erzeugt sich auf der Oberfläche der sogenannte Schwamm oder Holzschwamm. Diese wuchernden Pilze oder Schwämme (Boletus destructor, Xylophagus lacrymans, Sistrotrema) ziehen ihre Nahrung aus dem Holze und können in kurzer Zeit Gebäude vernichten. Diese Schwämme kündigen sich in ihrem Entstehen durch weiße, immer mehr und mehr sich vergrößernde, in ein graues Faserngeflecht übergehende Flecken an; im ausgebildeten Zustande haben sie das Aussehen einer korkähnlichen häutigen Masse, die meist von brauner Farbe ist, widerlich moderig riecht und gesundes Holz ansteckt.

Mehr als auf dem Lande leidet das Holz, das unmittelbar dem Einfluß des Seewassers ausgesetzt ist; hier ist aber der Bohrwurm der gefährlichste Feind. Dieses Thier, aus der Gattung der zweischaligen Weichthiere, bohrt sich in der Jugend mit dem vorn hornartigen Rüssel in das im Seewasser befindliche Holz (der Pfähle und Schiffe), wächst im Holz, wird bis 12 Zoll lang, vergrößert die gebohrte Röhre und füttert dieselbe mit Kalk aus. Die Bohrwürmer stammen aus den Meeren heißer Länder; die bekannteste Art, Teredo navalis, greift die unbeschlagenen Schiffe, Holzdämme u. dergl. an, vermag sie ganz zu durchlöchern und großen Schaden anzurichten. Mehrmals sind die Pfähle an den Dämmen Hollands durch die Bohrwürmer so beträchtlich beschädigt worden, daß die Ueberschwemmung des größten Theils des Landes zu befürchten war. Wahrscheinlich in Folge des Klimas sind diese Thiere seltener geworden und finden sich nur noch vereinzelt in Venedig und an den holländischen und englischen Küsten.

Holzconservation. Die Mittel, welche angewendet worden sind, um die Zerstörung des Holzes zu verhüten, beruhen:

1) auf der möglichsten Entfernung des Wassers aus dem Holze vor seiner Verwendung;

2) auf der Entfernung der Saftbestandtheile;

3) auf der chemischen Veränderung der Saftbestandtheile.

Austrocknen des Holzes. 1) Ausgetrocknetes Holz erhält sich an einem trocknen Orte lange Zeit unverändert, zumal, wenn es bei starker Wärme bis zum Braunwerden getrocknet worden ist. Wenn das Holz aber einem feuchten Orte übergeben werden soll, muß es vor seiner Verwendung möglichst lufttrocken und sodann mit einer Substanz überzogen worden sein, die das Eindringen der Feuchtigkeit in das Holz verhindert. In dieser Weise wirken Firniß, Holz- und Steinkohlentheer.

Hutin und Boutigny's Methode. Hutin und Boutigny gehen von der Ansicht aus, daß die Absorption von Feuchtigkeit und zerstörenden Agentien bei dem Holze stets von dem Hirn ausgehe und schlagen folgende Methode vor, um die an der Hirnseite des Holzes mündenden Gefäße dauernd zu verstopfen. Man taucht das entsprechende Ende des Holzstückes (der Eisenbahnschwelle) in einen Kohlenwasserstoff, z. B. in Schieferöl (huile de schiste) und zündet diesen an. Nach dem Verlöschen taucht man das Ende 1—2 Zoll tief in eine Mischung von Pech, Theer und Gummilack und theert dann das Ganze wie gewöhnlich.

Entfernen der Saftbestandtheile. Die Saftbestandtheile bedingen hauptsächlich die Fäulniß des Holzes und müssen vor der Verarbeitung aus dem Holze entfernt werden. In dieser Beziehung kann schon beim Fällen des Holzes viel gewirkt werden. Damit das Holz die geringste Menge Saft enthalte, muß es in den Wintermonaten, spätestens im März gefällt werden. Bleiben die gefällten Stämme unentzweigt auf dem Platze liegen, so schlagen sie im Frühjahr aus, und der größte Theil der Saftbestandtheile des Holzes dient zur Vegetation der Blätter. Es ist demnach zweckmäßig, die Stämme erst nach dem Abwelken des Gipfels wegzufahren und dann wie gewöhnlich zu trocknen. Das Auslaugen des Holzes zur Entfernung der Saftbestandtheile wird vorgenommen, indem man das Holz in fließendes Wasser legt und längere Zeit darin liegen läßt, oder es mit Wasser auskocht, oder es in

einen dicht zu verschließenden Kasten bringt, in welchen man einen Strom Wasserdampf leitet. Mit den Dämpfen wird zweckmäßig das Theeren des Holzes verbunden, indem man gegen das Ende der Operation zu dem Wasser im Dampfkessel Steinkohlentheer fügt, dessen Dämpfe mit denen des Wassers zugleich in das Holz gelangen. In allen Fällen wird das Holz nachher getrocknet.

Chemische Veränderung der Saftbestandtheile. Durch die chemische Veränderung sucht man die Saftbestandtheile in einen Zustand überzuführen, in welchem sie nicht faulen können. Zu diesem Zwecke sucht man die Oberfläche des Holzes als desjenigen Theiles, der zunächst der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu verkohlen oder was dasselbe bewirkt, mit concentrirter Schwefelsäure zu bestreichen. Bei einer anderen Klasse von Mitteln wird das Holz seiner ganzen Masse nach mit gewissen Stoffen imprägnirt, die sich entweder mit den Saftbestandtheilen verbinden, oder dieselben in irgend einer Weise verändern, so daß sie nicht mehr der Fäulniß fähig sind. Hierzu verwendet man kreosothaltige Flüssigkeiten, wie man sie bei der trocknen Destillation des Holzes und der Steinkohlen erhält. Man hat vorgeschlagen die Luft aus dem Holze herauszupumpen und sodann die conservirende Substanz im flüssigen Zustande hineinzupressen. Von den Salzen, deren Lösung man zum Tränken des Holzes angewendet hat, seien erwähnt Chlornatrium in Wasser gelöst oder als Mutterlauge der Salinen und als Meerwasser, Chlorcalcium und Chlormagnesium. Sehr kräftige Conservationsmittel sind Eisenvitriol und holzessigsaures Eisenoxyd. M'Kyan schlug vor, das Holz mit Quecksilberchloridlösung zu tränken (kyanisiren). Nach Erfahrungen bei der Kyanisirung von Eisenbahnschwellen auf der Heidelberg-Mannheimer Bahn soll man

Hölzer	von	0,25	Fuß	Stärke	4 Tage
„	„	0,35—0,50	„	„	7 „
„	„	0,50—0,65	„	„	10 „
„	„	0,65—0,85	„	„	14 „
„	„	0,85—1	„	„	18 „

in eine Lösung legen, welche 1 Pfd. Quecksilberchlorid auf 200 Pfd. Wasser enthält. Die Kyanisirung beträgt 11 Kreuzer per Kubikfuß, was für Baden ungefähr die Hälfte des Kostenpreises beträgt. Erdmann hat aber durch sorgfältige Versuche das Unzureichende des Kyanisirens nachgewiesen. Für Eisenbahnschwellen ist am geeignetsten eine Lösung von Kupfer-

vitriol oder eine Lösung von Chlorzink*). Ihre Wirksamkeit scheint sich dadurch zu erklären, daß sich im Innern des Holzes durch Ausscheidung von basischem Salz und durch Verbindung mit Farbstoffen, Gerbsäure u. s. w. unlösliche, die Holzfaser einhüllende Verbindungen bilden. Nach Payne wird das Holz zuerst mit einer Lösung von Schwefelcalcium und dann mit einer Lösung von Eisenvitriol imprägnirt, so daß sich im Innern des Holzes Schwefeleisen und Gyps ausscheiden. Denselben Zweck verfolgten Buchner und Eichthal durch Imprägniren des Holzes mit Eisenvitriol und nachheriges Behandeln mit einer Lösung von Wasserglas, wodurch sich die Poren des Holzes mit kieselsaurem Eisenoxydul ausfüllen. Je nach der Natur der zum Imprägniren angewendeten Substanzen nennt man solches Holz mineralisirtes, metallisirtes, petreficirtes.

Boucherie's Methode.

Um das Holz vollständig und bis in das Innere der Faser mit solchen Stoffen zu imprägniren, welche das Holz vor der Zerstörung schützen; und es überhaupt dauerhafter und cohärenter zu machen, als es durch bloßes Eintauchen in die Lösung geschehen kann, benutzt Boucherie die Kraft, mit welcher der Holzsaft in einem Baume von der Wurzel in alle Theile des Baumes getrieben wird. Wenn man einen Baum fällt und mit dem unteren Ende in eine Lösung des Salzes stellt, so ist nach einigen Tagen das Gewebe bis auf das Mark von dem Salz durchdrungen. Durch Anwendung verschiedener Salze kann das Holz gefärbt werden. So läßt sich dasselbe blau färben, wenn es zuerst in eine Eisenlösung und dann in Blutlaugensalz gebracht wird. — Später hat man versucht, die gefällten Hölzer aufrecht zu stellen, und durch aufgesetzte trichterartige Säcke von getheerter oder mit Kautschuk überzogener Leinwand die Salzlösung hinein zu gießen, welche durch hydrostatischen Druck den Saft verdrängt und dessen Platz einnimmt.

Busse's Terresin.

Meist handelt es sich bei der Conservation des Holzes um Eisenbahnschwellen. Es dürfte deshalb wohl nicht am unrechten Orte sein, das von Busse in Leipzig vorgeschlagene Ersatzmittel für das Holz, das Terresin zu erwähnen, das aus Steinkohlentheer, Kalk, Schwefel und grobem Sand besteht. Es giebt in Bezug auf Tauglichkeit der Asphalt-

*) Das Chlorzink wird jetzt auf den k. bayer. Staatsbahnen allgemein angewendet. Man erhält es durch Auflösen von Zinkabfällen in roher Salzsäure, oder vortheilhafter, durch Zersetzen von fein gemahlener Zinkblende mittelst Salzsäure.

masse nichts nach und wird zur Pflasterung, zum Dachdecken, vorzüglich aber zur Anfertigung von Eisenbahnschwellen benutzt.

Kaffee.

Kaffeebohnen.

Die Kaffeebohnen sind die Samen der Coffea arabica, eines immergrünen, 15 — 30 Fuß hohen Baumes aus der Familie der Rubiaceen, der in Aethiopien und Arabien einheimisch ist, und besonders in der Provinz Yemen in der Umgegend von Mokka cultivirt wird. Sie bestehen aus einer hornähnlichen Masse, die in dünnen Schnitten unter dem Mikroskop als ein Gewebe nebeneinander liegender, dickwandiger Zellen erscheint, das von unregelmäßigen Höhlungen durchbrochen ist, welche durch kleine Canäle untereinander in Verbindung stehen. Die Bestandtheile der

Chemischer Bestand der Kaffeebohnen.

Kaffeebohnen sind Fett (palmitin- und ölsaures Lipyloxyd), eiweißartige Körper (Albumin und Legumin), eine eigenthümliche Gerbsäure (Kaffeegerbsäure oder Chlorogensäure = $C_{14} H_8 O_7$), Zucker, Pflanzenfaser oder Cellulose (bis zu 34 Proc.), ein ätherisches Oel, das die Ursache des eigenthümlichen Geruches des rohen Kaffees ist, unorganische Bestandtheile (3,19 — 6,7 Proc.), und Caffeïn = $C_{16} H_{10} N_4 O_4$, eine organische Base und der wirksame Bestandtheil der Kaffeebohnen. Das Caffeïn krystallisirt in farblosen, verfilzten, seidenglänzenden, elastischen Nadeln, die bei 177,8° C. schmelzen, sich bis 384,7° C. unzersetzt verflüchtigen, und sich theils in Form ausgebildeter Prismen, theils als eine feine weiße Wolle verdichten. Dem Gebrauche frischer Kaffeebohnen steht

Rösten der Kaffeebohnen.

der zusammenziehende Geschmack und die hornartige Beschaffenheit der Bohnen im Wege, welche letztere die vollständige Extraction der löslichen Bestandtheile verhindert. Aus diesem Grunde pflegt man die Bohnen vor dem Gebrauche bis zu einem gewissen Grade zu erhitzen oder zu rösten. Während des Röstens geht in den Bestandtheilen der Bohnen eine wesentliche Veränderung vor; das Fett wird zum größten Theile zerstört, die Gerbsäure und die Pflanzenfaser erleiden ebenfalls eine beginnende Zersetzung und der Zucker verwandelt sich in Caramel. Das Caffeïn dagegen erleidet durch das Rösten keine Zersetzung, sondern geht als solches in den Auszug der gerösteten Bohnen über. Der angenehme characteristische Geruch der Bohnen gehört nicht einem einzigen Körper, sondern einem Gemenge der Producte der trocknen Destillation mehrerer Bestandtheile der Kaffeebohnen an. Beim Rösten bis zur rothbraunen Farbe verliert Kaffee 15 Proc.

an Gewicht, aber 100 Th. Kaffee nehmen, obwohl sie nach dem Rösten nur noch 85 wiegen, den Raum von 130 Th. Kaffee ein. Beim Rösten bis zur kastanienbraunen Farbe verlieren 100 Th. Kaffee 20 Proc.; das Volumen beträgt in diesem Falle das von 150 Th. ungebranntem Kaffee. — Da die wesentlichen Bestandtheile der gerösteten Kaffeebohnen in Caffeïn und einem eigenthümlichen Aroma bestehen, letzteres aber durch längere Zeit fortgesetztes Kochen verflüchtigt wird, so ist das Uebergießen des gemahlenen Kaffees mit siedendem Wasser, dem Auskochen der Bohnen vorzuziehen. Der häufig in Vorschlag gebrachte Zusatz einer kleinen Menge kohlensauren Natrons zu dem Wasser, mit welchem der Kaffee ausgezogen werden soll, giebt keineswegs ein stärkeres, wohl aber ein dunkler gefärbtes Getränk, das aber nicht mehr den angenehmen Geschmack des reinen Kaffees besitzt.

Bereitung des Kaffees als Getränk.

Als Surrogat für den Kaffee wendet man bekanntlich häufig die gerösteten Wurzeln von Cichorium Intybus, geröstete Gerste, geröstete Möhren und Runkelrüben, geröstete Eicheln u. s. w. an. Da aber alle diese Stoffe den charakteristischen Bestandtheil des Kaffees, das Caffeïn nicht enthalten, so ist der Genuß des Surrogatkaffees ein Selbstbetrug, der die Farbe für den Gehalt nimmt.

Surrogate des Kaffees und ihr Werth.

Thee.

Thee.

Mit dem Namen Thee bezeichnet man die Blätter der Theestaude (Thea sinensis), einer Pflanze aus der Familie der Theeaceen, die in China, Japan, Indien und Brasilien cultivirt wird. Grüner und schwarzer Thee sind nur verschiedene Fabrikate eines und desselben Gewächses. Der grüne Thee ist das unmittelbar getrocknete Blatt, der schwarze dagegen das nach einer vorhergegangenen gelinden Fermentation getrocknete Blatt der Theestaude. Die Bestandtheile der Theeblätter sind ein narkotisch wirkendes, ätherisches Oel (das übrigens mehr die Eigenschaften einer flüchtigen organischen Base, als die eines flüchtigen Oeles hat), etwas Wachs, Harz und Chlorophyll, Gerbsäure und Boheasäure, Gummi, eine eisenhaltige Substanz, Caseïn, mineralische Bestandtheile und Caffeïn (Theeïn). Die Menge des in verschiedenen Theesorten enthaltenen Caffeïns beträgt 1,02—4,10 Proc. — Bei dem Uebergießen der Theeblätter mit heißem Wasser geht das ätherische Oel, die Gerb- und Boheasäure, das Gummi, das Caffeïn und eine kleine Menge der minerali-

Chemischer Bestand der Theeblätter.

Theeaufguß.

schen Bestandtheile in den Aufguß über. Die eiweißartige Substanz, das Caseïn, bleibt ungelöst zurück. — Es sind als Ersatzmittel für den Thee verschiedene gerbsäurehaltige Vegetabilien wie Erdbeer- und Brombeerblätter, die Samen der wilden Rose, die Blätter verschiedener Camelien u. s. w. vorgeschlagen und benutzt worden. Da aber alle diese Substanzen caffeïnfrei sind, so können sie keineswegs den Thee ersetzen.

Surrogate für den Thee.

Paraguay-Thee.

Der Paraguay-Thee (Yerva Mate oder Mate) besteht aus den Blättern und Blattstielen von Ilex paraguariensis oder Psoralea glandulosa, einer staudenartigen Pflanze, die in Südamerika, namentlich in Paraguay und dem Innern von Brasilien in Wäldern und an Flußufern wächst. Die Blätter enthalten: Kaffeegerbsäure, Chlorophyll, Wachs, Albumin, ein flüchtiges Oel, ein gummiartiges Extract und Caffeïn (Psoraleïn); man benutzt den wässerigen Aufguß der Blätter in Paraguay, in La Plata, Peru und Quito, so wie in Neu-Granada, Columbien und Mexico.

Guarana.

Die Guarana oder Quarana ist ein zusammenziehend schmeckendes Gewürz, das die Guarani-Indianer in Südamerika aus den Samen der Paullinia sorbilis, einer Sapindacee, bereiten, indem sie dieselben quetschen, etwas rösten und mit Wasser zu Kuchen formen. Eine kleine Quantität derselben mit Wasser und Zucker zerrieben, wird in Südamerika als erfrischendes Getränk genossen. Der wirksame Bestandtheil darin ist Caffeïn.

Cacao.

Die Cacaobohnen sind die Samen von Theobroma Cacao, einem Baume aus der Familie der Malvaceen, welcher im tropischen Amerika einheimisch, vielfach angebaut wird, besonders auf den Antillen, in Mexico, Guatemala, Guiana, Venezuela, Caracas, außerdem aber auch in Afrika und Asien. Die gurkenförmigen Früchte enthalten ein saftiges Mark und in diesem zahlreiche zusammengedrückte Samen. Die Früchte werden entweder in hölzernen Gefäßen der Gährung unterworfen und an der Sonne oder

am Feuer getrocknet, oder auch so lange in die Erde gegraben, bis die breiartigen Theile durch Fäulniß abgesondert sind. Die Cacaobohnen enthalten Eiweiß, ein bei 40° schmelzendes Fett, die Cacaobutter, Gerbsäure, Legumin, Farbstoff und das Theobromin $C_{14} H_8 N_4 O_4$, ein Stoff, der mit dem Caffeïn große Aehnlichkeit hat (Caffeïn $C_{16} H_{10} N_4 O_4 - C_2 H_2 =$ Theobromin $C_{14} H_8 N_4 O_4$). Behufs der Zubereitung werden die Bohnen ähnlich dem Kaffee in eisernen Trommeln geröstet, damit die Feuchtigkeit verdunste und die Schalen so mürbe werden, daß sie sich zerbrechen lassen. Nach dem Rösten werden die Bohnen entschält und auf einem erwärmten Reibeapparat zu einem feinen Teig zerrieben, indem das Mehl der Samen mit der geschmolzenen Butter einen Brei bildet. Der Brei wird dann in Formen gebracht und darin zu Cacaomasse erkalten gelassen, oder vorher mit Zucker und Gewürz gemengt, in welchem Falle die Chocolade entsteht.

Chemischer Bestand der Cacaobohnen.

Zubereitung der Cacaobohnen.

Tabak.

Das zum Rauchen angewendete Material kommt von verschiedenen Pflanzen aus dem Geschlecht Nicotiana, der Familie der Solaneen angehörig, die noch bis zum 50° nördl. Breite cultivirt werden, ursprünglich aber in den warmen Erdstrichen einheimisch sind. Die besten Tabaksorten sind die amerikanischen, namentlich die aus den südlichen Staaten Nordamerikas, Maryland, Virginien u. a., aus Varinas in der Provinz Orinoko, aus der Havanna auf Cuba, von Portorico u. s. w. Von den europäischen Tabaksorten sind zu erwähnen die holländischen, ungarischen, türkischen, französischen und pfälzer Tabake. Die Güte des Tabaks ist abhängig vom Klima, von der Beschaffenheit des Bodens und des Samens, das Gedeihen der Pflanzen von der Lage der Felder ꝛc. Nächst dem Weinstock giebt es wohl kein Bodenerzeugniß, bei welchem der Einfluß der Cultur ein so ganz enormer ist als beim Tabaksbau. Dieser Einfluß ist um so mehr in Betracht zu ziehen, als der Tabak in vielen Gegenden Deutschlands zu den Hauptquellen des Erwerbes und Wohlstandes gehört.

Chemischer Bestand der Tabaksblätter.

Unter den Bestandtheilen der Tabaksblätter finden sich als charakteristische drei, nämlich das Nicotianin, das Nicotin und die Tabaksäure. Das Nicotianin oder der Tabakskampher ist eine fettartige Substanz, welche den angenehmen Geruch des Tabaksdampfes und einen bitteren, aromatischen Geschmack besitzt. Dieser Körper ist noch un=

vollständig untersucht. Der Ansicht der Tabaksfabrikanten zufolge ist diejenige Tabakssorte die vorzüglichste, welche das meiste Nicotianin enthält*). Das Nicotin = $C_{10}H_7N$ ist eine organische Base und erscheint im reinen Zustande als farbloses Oel von betäubendem Tabaksgeruch und ätzendem Geschmack, das sich in Wasser, Weingeist, Aether und Oelen auflöst. Es ist schon, in kleiner Gabe eingenommen, ein tödtliches Gift. Die Quantität des Nicotins in den Tabaksblättern scheint zu der Qualität in keinerlei Beziehung zu stehen. Schloesing hat den Nicotingehalt mehrerer französischer und amerikanischer Tabakssorten ausgemittelt. Es enthalten nach ihm 100 Th. trockner entrippter Tabak aus:

	Nicotin:
dem Depart. Lot	7,96
„ „ Lot-et-Garonne . .	7,34
„ „ Nord	6,58
„ „ Ille-et-Vilaine . .	6,29
Pas de Calais	4,94
dem Elsaß	3,21
Virginien	6,87
Kentucky	6,09
Maryland	2,29
Havanna . . . weniger als	2,0

(Trockner Schnupftabak enthält ungefähr 2 Proc. Nicotin, durchschnittlich im nicht getrockneten 33 Proc. Wasser, was den Nicotingehalt auf 1,36 Proc. herabdrückt.) Das Nicotin ist in dem Tabak in Form eines Salzes enthalten. Die charakteristische Säure des Tabaks ist die Tabaksäure $C_6H_4O_8$, die große Aehnlichkeit mit der Aepfelsäure hat und früher für dieselbe gehalten wurde. Außer diesen Stoffen enthalten die Tabaksblätter eiweißartige Bestandtheile, Holzfaser, Gummi, Harz. Die Tabaksblätter

*) Vielleicht ist das Nicotianin mit dem Cumarin, einem Stoffe, identisch, der sich in den Tonkabohnen, im Waldmeister (Asperula odorata), im Melilotus officinalis und Anthoxanthum odoratum, so wie in den Fahamblättern (Angraecum fragrans) findet. Daher vielleicht auch instinktmäßig die Anwendung der Tonkabohnen zum Aromatisiren des Tabaks und die des Melilotus zum Beimengen des Rauchtabaks, wie es in Ungarn häufig geschieht. Vielleicht hat die in der neueren Zeit außerordentlich in Aufnahme gekommene, aber sorgfältigst geheim gehaltene Anwendung der aus Harn bereiteten Benzoësäure bei der Tabaksfabrikation den Zweck, ein Surrogat für den geringen Nicotianingehalt der schlechteren Tabaksorten abzugeben.

sind sehr reich an mineralischen Bestandtheilen; die Quantität derselben beträgt 19—27 Proc. vom Gewicht der trocknen Blätter. Merz fand 23,33 Proc. Asche von einer Tabaksorte aus der Gegend zwischen Nürnberg und Erlangen. 100 Th. dieser Asche enthielten 26,96 Kali, 2,76 Natron, 39,53 Kalk, 9,61 Magnesia, 9,65 Chlornatrium, 2,78 Schwefelsäure, 4,51 Kieselerde, 4,20 phosphorsaures Eisenoxyd. In jeder Tabaksorte findet sich endlich auch salpetersaures Kali.

Tabaksfabrikation. Man verlangt von einem guten Rauchtabak, daß sein Rauch einen angenehmen Geruch besitze und nicht knellere, auf der Zunge kein beißendes Gefühl hervorbringe, endlich nicht zu stark sei. Das frische getrocknete Tabaksblatt kann diesen Anforderungen nicht genügen, da es reich an eiweißhaltigen Bestandtheilen ist, die beim Brennen einen widrigen Geruch nach verbranntem Horn erzeugen, da ferner der große Gehalt an Nicotin Unbehaglichkeiten beim Rauchen hervorrufen würde. Der Zweck der Zubereitung der Tabaksblätter ist demnach, die eiweißhaltigen Stoffe zu zerstören, den großen Nicotingehalt herabzudrücken, das Parfüm des Tabaks zu entwickeln, und endlich den Blättern die zur Benutzung als Rauch- und Schnupftabak geeignete Form zu geben. Das Wesentliche bei der Zubereitung der Tabaksblätter ist eine bei 35° vor sich gehende Gährung, durch welche die im feuchten Zustande auf Haufen geschlagenen Blätter den größten Theil der eiweißartigen Bestandtheile verlieren, dagegen angenehm riechende, durch die Gährung entwickelte Fuselöle aufnehmen. Der Fabrikant kommt dem Gährungsproceß durch die sogenannte Sauce zu Hülfe, mit welchem Namen das Befeuchtungswasser der Blätter bezeichnet wird. Eine vollständige Theorie des Processes der Tabaksfabrikation ist zur Zeit nicht möglich.

Bei der Ernte des Tabaks legt man die Blätter zu 10—20 Stück übereinander, die Blätterhaufen werden an einen trocknen Ort gebracht, mit einem Tuch bedeckt und so lange liegen gelassen, bis sie anfangen zu schwitzen. Sodann hängt man die einzelnen Blätter zum Trocknen an Schnüren auf, wickelt dann um ungefähr 30 Blätter ein Blatt, um eine sogenannte Docke zu erhalten, und preßt den Tabak in dieser Gestalt in große Fässer, in welchen sie sich etwas erwärmen. Darauf besprengt man die Blätter mit Salzwasser, und läßt sie, auf einander gelegt, bis zur Erwärmung liegen. Das Besprengen und Hinlegen wird so lange wiederholt, als der Tabak sich

noch merklich erwärmt. Man trocknet ihn nun vollständig an der Luft, und preßt ihn nicht selten auf mehrere Jahre in Fässer ein.

Rauchtabak. Behufs der Rauchtabaksfabrikation werden die Blätter sortirt, d. h. diejenigen Blätter zusammengebracht, die gleiche Farbe und gleiche Dicke haben. Nach dem Sortiren werden die dickeren Rippen ausgeschnitten (die Blätter entrippt), weil dieselben als wesentlich aus Holzfaser bestehend, beim Rauchen Holzrauch entwickeln würden. Sodann werden die Blätter saucirt oder gebeizt, d. h. mit einer besonders zubereiteten Sauce getränkt, die wesentlich aus Salzen (Kochsalz, Salpeter, Salmiak, salpetersaurem Ammoniak), zuckerhaltigen, weingeistigen und organisch-sauren, sowie gewürzhaften Substanzen besteht. Die Salze dienen zur Beförderung der Haltbarkeit und des langsameren Verbrennens, die übrigen Körper hauptsächlich zur Bildung jener angenehm riechenden Aether, die nicht unpassend mit der Blume des Weines verglichen worden sind. Die saucirten Blätter läßt man in Fässern gähren, sodann bei mäßiger Wärme auf Horden trocknen und auf der Schneidemaschine zerschneiden. Der unzerschnittene, gesponnene Tabak führt den Namen Rollentabak. Eine jetzt sehr beliebte Form des Rauchtabaks ist die Cigarre, die aus der Einlage und dem Deckblatt besteht. Die Eigenschaft der Cigarren, durch das Ablagern an Güte zu gewinnen, scheint nicht sowohl auf dem vollständigeren Austrocknen, als vielmehr auf einer Art Nachgährung zu beruhen, durch welche die Güte beeinträchtigende Substanzen zerstört und andere, vortheilhaft einwirkende gebildet werden.

Beim Rauchen des Tabaks erhält der Rauchende außer den Producten der Verbrennung des Tabaks (Kohlensäure, Wasser und etwas Ammoniak), auch die Producte der trocknen Destillation in den Mund, welche letztere dem Tabaksrauche das Charakteristische ertheilen. Es geht uns zur Zeit eine genaue Kenntniß dieser Producte noch ab, so viel steht aber fest, daß in dem Rauche die Dämpfe des Nicotianins sowie der aromatischen Bestandtheile des Tabaks und das Nicotin enthalten sind. Da in dem Tabaksrauche der gewöhnliche Bestandtheil der Producte der trocknen Destillation der Holzfaser, welcher dem Holzrauch das Beißende ertheilt, die phenylige Säure $C_{12} H_6 O_2$ fehlt, in dem Tabak aber bedeutende Mengen von Holzfaser enthalten sind, so dürfte dieselbe bei ihrer Entstehung mit dem gleichzeitig gebildeten Ammoniak zu Anilin $C_{12} H_7 N$ zusammengetreten sein, dessen Ge-

ruch im sehr verdünnten Zustande eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit dem des Rauches guter Tabakssorten hat.

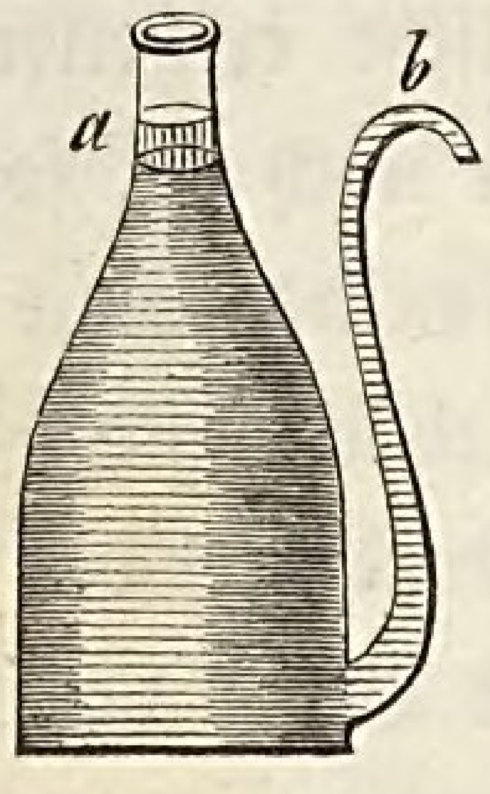
Schnupftabak. Die Blätter zur Fabrikation des Schnupftabaks werden auf ähnliche Weise sortirt und saucirt wie die zu Rauchtabak. Zur Bereitung der Sauce wendet man vorzugsweise Ammoniaksalze und aromatische Körper an. Die saucirten Blätter werden zu Carotten zusammengeschnürt und diese dann gemahlen (rappirt). Im Schnupftabak ist das Nicotin (circa 2 Proc.) theils frei, theils als neutrales oder basisches (wahrscheinlich essigsaures) Salz vorhanden; das Ammoniak ist darin ebenfalls an eine Säure gebunden; beiden Salzen verdankt der Schnupftabak seine reizende Wirkung auf die Nasenschleimhaut.

Aetherische Oele und Harze.

Aetherische Oele und Harze im Allgemeinen. Die ätherischen Oele und Harze kommen meist fertig gebildet in der Natur vor. Die ersteren ertheilen den Pflanzen den ihnen eigenthümlichen Geruch. Das ätherische Oel findet sich in den Pflanzen in Zellen eingeschlossen, daher kommt es, daß der Geruch nach dem Zerquetschen der Pflanze deutlicher hervortritt. Zwischen den Fingern fühlen sie sich nicht fettig wie die fetten Oele, sondern rauh an. Eine große Anzahl ätherischer Oele hat die Eigenschaft, aus einer ammoniakalischen Silberlösung das Silber als einen Silberspiegel abzuscheiden, daher ihre Anwendung zur Spiegelfabrikation (vergl. S. 231).

Darstellung der ätherischen Oele. Die ätherischen Oele werden auf verschiedene Weise, meist aber dadurch erhalten, daß man die betreffenden Pflanzentheile mit Wasser destillirt. Obgleich der Siedepunkt dieser Oele weit über dem des Wassers liegt, so wird doch durch die Wasserdämpfe das ätherische Oel mit fortgerissen. Oele mit sehr hohem Siedepunkte pflegt man mit Kochsalz durch Destillation aus den Pflanzentheilen abzuscheiden. Zur Trennung des überdestillirten Oeles von dem mit übergegangenen Wasser bedient man sich der Florentiner Flasche (Fig. 96), einer gewöhnlichen Glasflasche, in deren Seitenwand nahe über dem Boden eine Sförmige gebogene Glasröhre eingeschmolzen ist, deren höchster Theil aber einige Zoll tiefer liegt, als die Mündung der Flasche selbst. Bei der

Fig. 96.



Florentiner Flasche.

Destillation füllt man die Flasche mit Wasser und stellt sie unter das Kühlrohr. Das zufließende Wasser fließt aus der Oeffnung des Sförmig gebogenen Rohres ab, sobald die Flüssigkeit in a ein gleiches Niveau mit b erreicht hat. Alles Oel sammelt sich auf dem Wasser bei a an und wird vermittelst einer Pipette oder eines Hebers abgehoben. Auf diese Weise gewinnt man das Anis-, Kamillen-, Kümmel-, Lavendel-, Pfeffermünz-, Nelken-, Zimmt-, Rosmarinöl u. s. w. Das Terpentinöl wird durch Destillation des Terpentins mit Wasser gewonnen.

Darstellung durch Auspressen

Einige ätherische Oele, die in den betreffenden Pflanzentheilen in großer Menge enthalten sind, stellt man durch Auspressen dar, dies ist der Fall bei dem Citronen-, Bergamott-, Pomeranzen- und Apfelsinenöl.

unter Mitwirkung des Wassers.

Während die meisten ätherischen Oele schon durch den Vegetationsproceß entstanden sind, giebt es einige, die sich aus den Pflanzentheilen erst bei der Berührung und Destillation mit Wasser bilden. Zu diesen gehört das Bittermandelöl, das sich unter dem Einflusse des Wassers aus dem Amygdalin unter Mitwirkung einer eiweißartigen Substanz, der Synaptase oder des Emulsins bildet, ferner das Senföl u. s. w.

Ausziehen mittelst fetter Oele.

Gewisse ätherische Oele, die nur in sehr geringer Menge vorhanden sind, zieht man durch Digestion der Vegetabilien mit fettem Oele aus; auf diese Weise extrahirt man Jasmin, Veilchen, Hyacinthen u. s. w.

Eigenschaften der ätherischen Oele und Anwendung derselben.

Die ätherischen Oele sind im Wasser etwas löslich; solche Lösungen bilden die destillirten Wässer der Pharmaceuten; einige derselben, wie das Orangeblüthenwasser (Eau de fleurs d'orangers) und das Bittermandelwasser finden außerdem in der Parfümerie und in der Kochkunst Anwendung. Die ätherischen Oele sind in Alkohol löslich und zwar in um so größerer Menge, je mehr das Oel Sauerstoff enthält. Auf dieser Eigenschaft beruht ihre Anwendung in der Parfümerie und in der Liqueurfabrikation.

Parfümerie.

Die Parfümerie beschäftigt sich mit der Darstellung von riechenden Wässern (Esprits, eaux de senteur), Pommaden, Crêmes u. s. w. Die riechenden Wässer bestehen aus einer Lösung verschiedener ätherischer Oele in Alkohol. Der dazu angewendete Alkohol muß fuselfrei und ohne allen fremden Beigeruch, die ätherischen Oele von bester Qualität sein. Es ist am passendsten, die Oele nur in dem Alkohol zu lösen und die Lösung monatelang vor dem Gebrauche lagern zu lassen. Die früher gebräuchliche Destillation ist nicht nur nicht nothwendig, sondern auch sogar

nachtheilig, da des höheren Siedepunktes wegen ein Theil der ätherischen Oele in der Destillirblase zurückbleibt. Die Eau de mille fleurs wird dargestellt durch Auflösen von 60 Gr. Perubalsam, 120 Gr. Bergamottöl, 60 Gr. Nelkenöl, 15 Gr. Neroliöl, 15 Gr. Thymianöl in 9 Litern Alkohol und Zusatz von 4 Litern Orangeblüthenwasser und 120 Gr. Moschustinctur, die man durch Digestion von 15 Gr. Zibeth und 75 Gr. Moschus mit 2 Litern Alkohol dargestellt hat. — Eau de Cologne erhält man durch Auflösen von 32 Gr. Orangeschalenöl, einer gleichen Menge Bergamottöl, Citronenöl, Essence de Limette, Essence de petits grains 16 Gr., Essence de Cedro, einer gleichen Menge Essence de Cedrat, Essence de Portugal, 8 Gr. Neroliöl und 4 Gr. Rosmarinöl in 6 Litern Alkohol. — In der neueren Zeit hat man auch künstlich dargestellte ätherische Oele in der Parfümerie angewendet, so eine alkoholische Lösung von essigsaurem Amyloxyd unter dem Namen Birnöl (pear-oil), valeriansaures Amyloxyd als Aepfelöl (apple-oil), buttersaures Amyloxyd als Ananasöl (pine apple-oil), pelargonsaures Aethyloxyd als Quittenöl. Als künstliches Bittermandelöl kommt Nitrobenzol $\left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_5\\NO_4\end{matrix}\right.\right)$ vor, das im minder reinen Zustande als Essence de Mirbane bezeichnet und in London in ziemlicher Menge dargestellt wird. — Die Pommaden stellt man gewöhnlich aus Rindsmark oder aus Schweinefett dar, indem man dieselben schmilzt und während des Erkaltens einige Tropfen des ätherischen Oeles hinzurührt. In der Provence extrahirt man die frischen Blumen mit geschmolzenem Schweinefett. Häufig stellt man Pommaden und Crêmes aus Wachs, Wallrath und Mandelöl, und Schlagen der geschmolzenen Masse mit Wasser dar.

Chemische Parfüms.

Liqueurfabrikation.

Die Liqueure (Rosoglio) stellt man entweder auf die Weise dar, daß man die Vegetabilien, deren ätherisches Oel man zur Fabrikation der Liqueure anwenden will, wie z. B. Anis- oder Kümmelsamen mit Alkohol destillirt, oder sogleich die ätherischen Oele in Alkohol löst und die Lösung dann mit Zuckersyrup vermischt. Es ist rathsam, den Zuckersyrup siedend heiß mit der Lösung der ätherischen Oele in Alkohol zu vermischen. Man unterscheidet feine Liqueure und ordinäre, je nachdem zu ihrer Herstellung vorzüglich reine Materialien angewendet worden sind oder nicht. Die mit viel Zuckersaft versetzten ölartigen Liqueure heißen Crêmes, die mit ausgepreßten Fruchtsäften und Weingeist dargestellten Ratafia.

Harze. Die ätherischen Oele haben die Eigenschaft, sich an der Luft, oder auch in der Pflanze selbst zu verdicken und dadurch in einen neuen Körper überzugehen, welchen wir Harz nennen. Man findet die Harze im Pflanzenreiche sehr häufig. Einige derselben, wie das Harz der Coniferen, fließen in Verbindung mit dem ätherischen Oele von selbst aus und erhärten an der Luft. Andere Harze stellt man durch Ausziehen der betreffenden Pflanzentheile mit Alkohol und Verdampfen des Auszugs zur Trockne, oder durch Fällen des alkoholischen Auszugs mit Wasser dar. Man theilt die Harze ein in Weichharze oder Balsame und in die Hartharze. Die Weichharze sind Lösungen der Harze in ätherischen Oelen, zu ihnen rechnet man den Terpentin, den Perubalsam; zu den Hartharzen den Bernstein, das Anime, den Copal, das Dammarharz, den Mastix, den Schellack, die Benzoe und den Asphalt. An die Harze schließen sich die Schleimharze an, welche in Folge von Einschnitten als dicke milchige Säfte aus den Pflanzen ausfließen; sie sind meist von sehr starkem Geruch und unterscheiden sich von den Hartharzen dadurch, daß sie, mit Wasser zusammengerieben, eine trübe milchige Flüssigkeit geben. Zu den Schleimharzen gehören die Asa foetida, das Gummi-Guttä u. s. w., den Beschluß dieser Klasse von Körpern machen das Kautschuk und die Gutta Percha.

Anwendung der Harze als Siegellack. Das Siegellack besteht wesentlich aus Schellack, zu welchem man etwas Terpentin gesetzt hat, um es schmelzbarer und weniger zerbrechlich zu machen. Zu den rothen und wenig gefärbten Siegellacken wendet man möglichst farbloses Gummilack an, während man zu den dunklen und schwarzen Sorten des Siegellacks das gefärbteste Gummilack setzt. Um fugenfreies rothes Siegellack darzustellen, schmilzt man in einer eisernen Pfanne 4 Th. Gummilack über gelindem Kohlenfeuer und setzt dann 1 Th. venetianischen Terpentin und 3 Th. Zinnober unter fortwährendem Umrühren hinzu. Wenn die Masse abgekühlt ist, so rollt man sie auf einer Marmortafel zu Rollen aus oder gießt sie in Messingformen. Einige Sorten Siegellack pflegt man zuweilen mit Benzoe, Storax oder Perubalsam wohlriechend zu machen. Die verschieden gefärbten Sorten stellt man dar, indem man den Zinnober durch Kobaltultramarin, chromsaures Bleioxyd, gebranntes Elfenbein u. s. w. ersetzt. Die marmorirten Lacke werden durch Malaxiren verschiedenartig gefärbter Massen erzeugt. Zu den geringeren Siegellacksorten und zu dem sogenannten Packlack nimmt

man anstatt des Zinnobers Mennige und zuweilen auch rothes Eisenoxyd; das Gummilack wird bei diesen Sorten durch ein Gemenge von Colophonium und gepulvertem Gyps oder Kreide ersetzt.

Asphalt. Asphalt ist ein schwarzes, glänzendes, zerbrechliches Harz, das auf dem todten Meere schwimmend, auf der Insel Trinidad, in Neapel, Frankreich, in der Schweiz u. s. w. gefunden wird. Man benutzt den Asphalt mit Kalk und Sand gemischt zur Pflasterung, deren Dauerhaftigkeit und Vorzüge sich darauf gründen, daß die Masse ungeachtet der großen Entzündlichkeit des Asphalts wegen des Zuschlags bei Feuersbrünsten nicht anbrennt, und daß dieselbe durch den Zuschlag hinreichend elastisch ist, um sich bei starker Hitze ausdehnen und bei starker Kälte wieder zusammenziehen zu können, ohne zu springen. Zur Asphaltpflasterung nimmt man Erdharzkitt von Seyssel (mastix bitumineux)*), brennt denselben in Pfannen zu Staub und mengt das Pulver mit Sand, daß auf 30—40 Proc. Kalk in der Mischung 20—40 Proc. Asphalt kommen. Vor der Anwendung wird die Masse geschmolzen und auf die Stelle, die gepflastert werden soll, ausgegossen, mit einer eisernen Schiene geebnet, mit heißem Sande überstreut und mittelst eines Brettes eben geschlagen. Anstatt des Asphaltpflasters hat man und zwar mit vielem Erfolg das von Busse erfundene Terresin (siehe S. 364) angewendet.

Kautschuk. Das Kautschuk (Caoutchouk, Federharz, Gummi elasticum) wird in den Milchsäften vieler Pflanzen, namentlich der Urticeen, Euphorbiaceen und Apocyneen angetroffen. In größerer Menge findet es sich im Milchsaft der Siphonia cahucu, woraus man es in Südamerika darstellt. Das ostindische wird von Urceola elastica erhalten. Außerdem findet es sich noch in Ficus religiosa und F. indica. Man gewinnt das Kautschuk, indem man Einschnitte in die Bäume macht und mit dem ausfließenden rahmähnlichen zähen Milchsaft wiederholt Lehmformen überzieht. Nachdem der Saft an der Sonne oder über Feuer getrocknet worden ist, wird der Lehm durch Klopfen oder durch Aufweichen in Wasser entfernt. Das zurückbleibende Kautschuk hat die Gestalt der Lehmform, meist die von Flaschen oder Beuteln, häufig auch die von Platten. Letztere führen den

*) Zu Seyssel im Departement Ain findet sich Kalkstein, der bis zu 18 Proc. mit Asphalt durchdrungen ist. Aus diesem Kalkstein stellt man zu Seyssel den Erdharzkitt auf folgende Weise dar: Man zieht mittelst siedenden Wassers den Asphalt aus, mengt 7 Th. des so erhaltenen Asphalts in 90 Th. gepulverten, asphalthaltigen Kalkstein und mahlt die trocken gewordene Masse.

Namen Gummispeck. Das Kautschuk ist im zusammenhängenden Zustande durchsichtig, in dünnen Lagen weiß, in dicken etwas gelblich. Es hat keine Spur von faseriger Textur, ist vollkommen elastisch und wird beim Ausziehen unklar und faserig. In der Kälte wird es fest und ist dann schwierig biegsam, aber nicht spröde. Sein spec. Gewicht ist 0,925. Durch heißes Wasser und durch Wasserdampf wird das Kautschuk weich, außerdem aber nicht verändert. In Weingeist ist es unlöslich. Durch Chlor, verdünnte Säuren, durch Alkalilaugen wird es nicht verändert, durch concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure dagegen schnell zerstört. Wenn man stark ausgedehntes Kautschuk einige Minuten in kaltes Wasser taucht, so ist es nach dem Herausnehmen aus dem Wasser unelastisch, erlangt aber beim Tauchen in bis auf 45⁰ erwärmtes Wasser seine frühere Elasticität wieder. Beim Erwärmen wird das Kautschuk weicher, schmilzt bei ungefähr 200⁰ zu einer schmierigen Masse, die nach dem Erkalten nicht wieder fest wird. Bei Zutritt der Luft erhitzt, brennt es mit leuchtender und rußender Flamme. Bei der trocknen Destillation erhält man aus dem Kautschuk Oele, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (Kautscheen, Heveen u. s. w.), die sich besonders als Auflösungsmittel für Kautschuk eignen. Das Kautschuk besteht aus C_8 H_7 (in 100 Theilen aus 87,5 Kohlenstoff und 12,5 Wasserstoff); sehr wahrscheinlich ist es aber ein Gemenge verschiedenartiger Verbindungen. Das Kautschuk verbindet sich mit dem Schwefel und bildet damit das vulkanisirte Kautschuk (s. unten).

Lösungsmittel des Kautschuk. Das Kautschuk löst sich in weingeistfreiem Aether, in den durch trockne Destillation des Kautschuks entstehenden Oelen, in einem ähnlichen, welches sich bei der Destillation der Steinkohlen bildet, in gereinigtem Terpentin- und Steinöl und in Schwefelkohlenstoff.

Verarbeitung und Anwendung des Kautschuk. Das Kautschuk dient zum Auswischen der Bleistiftstriche, zum Wegnehmen von Schmutz auf Papier, zur Darstellung von Platten, Fäden, Schnüren, Röhren, zur Fabrikation wasserdichter Zeuge, zu Kitt und zur Darstellung von vulkanisirtem Kautschuk.

Vulkanisirtes Kautschuk. Wenn man Kautschuk längere Zeit in geschmolzenen Schwefel taucht, so geht eine Art von Cementation vor sich, das Kautschuk nimmt Schwefel auf und verwandelt sich dadurch in eine gelbliche, außerordentlich elastische Masse, in das vulkanisirte Kautschuk, welches 1815 von Hancock erfunden worden ist und in der neuesten Zeit vielfache Anwendung gefunden hat. Es hat folgende Eigenschaften: es behält seine

Elasticität selbst bei niederer Temperatur bei, während das gewöhnliche Kautschuk schon bei 3° hart und steif wird; es wird durch die gewöhnlichen Lösungsmittel des Kautschuks nicht angegriffen; es widersteht endlich dem Zusammendrücken in hohem Grade. Das ältere Verfahren zum Vulkanisiren besteht darin, dünne Platten von Kautschuk in geschmolzenen, bis auf 120° erhitzten Schwefel zu tauchen, 10—15 Minuten darin zu lassen (wodurch sich das Gewicht des Kautschuks um 10—15 Proc. vermehrt), sodann zwischen Cylindern tüchtig durchzukneten und endlich noch bis auf 150° zu erhitzen. Um das Effloresciren von Schwefel zu vermeiden, das bisweilen auf dem nach dieser Methode vulkanisirten Kautschuk vorkommen soll, ist vorgeschlagen worden, das auf 100—120° erhitzte Kautschuk durch Kneten mit Kermes (rothem Schwefelantimon, SbS_3), oder einer Mischung von Schwefel mit Schwefelarsenik zu vulkanisiren. Die jetzt häufig angewendete Methode des Vulkanisirens ist die von Parkes in Birmingham, nach welcher man das Kautschuk in ein Gemenge von 40 Th. Schwefelkohlenstoff und 1 Th. Schwefelchlorür (vergl. Seite 49) taucht und dasselbe sodann in einer bis auf 21° erwärmten Kammer aufhängt, bis aller Schwefelkohlenstoff verraucht ist. Darauf läßt man das Kautschuk zur Entfernung des nicht chemisch gebundenen Schwefels in einer aus 500 Gr. Aetzkali und 10 Litern Wasser bestehenden Flüssigkeit sieden und wäscht dann, bis das ablaufende Wasser nicht mehr alkalisch reagirt. — Das auf diese Weise vulkanisirte Kautschuk sieht schwarz aus und färbt nicht ab, wie das durch Eintauchen in Schwefel dargestellte. Die zu vulkanisirenden Gegenstände werden zuerst aus gewöhnlichem Kautschuk fertig gemacht, weil das vulkanisirte Kautschuk nicht klebt, auch nicht mit gewöhnlicher Kautschuklösung zusammengeklebt werden kann. Man benutzt das vulkanisirte Kautschuk zu wasserdichten Gefäßen, zu Flaschen zur Aufbewahrung des Aethers, zu Buchdruckerwalzen, zu Gasleitungsröhren, zu Eisenbahnpuffern anstatt der bisher gebräuchlichen Wagenfedern, zu Billardbanden 2c.

Gutta Percha. Die Gutta Percha, Gutta tuban oder das Gummi Gettania ist ein dem Kautschuk in vieler Beziehung ähnlicher eingetrockneter Milchsaft der Isonandra Gutta, eines an den Ufern der Meerenge von Malacca, Borneo, Singapore und den benachbarten Gegenden wachsenden Baumes. Zur Gewinnung der Gutta Percha macht man Einschnitte in die Bäume, oder fällt und schält dieselben; der ausfließende Milchsaft wird in Trögen und in Gruben, oder auf Blättern des Bananenbaums auf=

gesammelt und coaguliren gelassen. Die einzelnen Stücke der Gutta Percha werden in heißem Wasser erweicht und dann durch Pressen zu einem Ganzen vereinigt. Die rohe Gutta Percha erscheint, so wie sie in den Handel kommt, als eine trockne, röthlich marmorirte Masse, die zusammengeballten Lederschnitzeln nicht unähnlich ist. Sie enthält viele Unreinigkeiten, Sand, rothe Substanz, Rindentheile u. s. w. Die reine Gutta Percha ist fast weiß; die braune Farbe wird durch quellsatzsaure Salze von Magnesia, Ammoniak, etwas Kali und Spur von Manganoxydul verursacht. Die Gutta Percha ist ein Gemenge mehrerer sauerstoffhaltiger Harze, die Oxydationsproducte eines Kohlenwasserstoffes von der Formel $C_{40}H_{62}$ zu sein scheinen. Payen fand die Gutta Percha bestehend aus reiner Gutta 75—80 Th., einem weißen krystallisirbaren Harz, Alban, 14—16 Th. und einem gelben amorphen Harz, Fluavil, 4—6 Th. Vor der Verarbeitung wird die Gutta Percha durch Erweichen, Kneten zwischen Walzen und Pressen gereinigt. Die gereinigte Masse erscheint von brauner Farbe, ist in dicken Stücken undurchsichtig und in dünnen Blättchen wie Horn durchscheinend. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie zähe, sehr steif, wenig elastisch und wenig dehnbar. Man hat gefunden, daß jeder Quadratzoll des Durchschnittes eines Riemens von Gutta Percha mit 1872 Kilogrammen belastet werden mußte, ehe er riß. Das spec. Gewicht ist 0,979. Bei 50° wird die Gutta Percha weich, bei 70—80° leicht knetbar und formbar, so daß bei dieser Temperatur, zwei Stücke aneinander gedrückt, sich vollkommen zu einem Stück vereinigen. In der Wärme läßt sie sich leicht auswalzen, zu Fäden ziehen und auch mit Kautschuk zusammenkneten.

Lösungsmittel der Gutta Percha.

Die Gutta Percha ist in Wasser, Weingeist, verdünnten Säuren und Alkalilösungen unlöslich, in erwärmtem Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Steinkohlentheeröl und Kautschuköl zu einer dicklichen Flüssigkeit auflöslich. Durch Aether und ätherische Oele schwillt die Gutta Percha an und bildet einen zähen Teig. In siedendem Wasser wird die Gutta Percha weich, die Stücke quellen auf und werden klebrig und fadenziehend, wobei sie einige Procente Wasser aufnehmen, was sie sehr langsam wieder abgeben. Im getrockneten Zustande ist die Gutta Percha ein sehr guter Isolator für die Elektricität.

Anwendung der Gutta Percha.

Die Anwendung der Gutta Percha ist jetzt schon eine sehr ausgedehnte und wird es immer mehr und mehr werden. Weil sie nicht wie das Leder durch Feuchtigkeit leidet, so verfertigt man daraus Treibriemen,

Röhren für Pumpen, Wasserleitungen, Stiefelsohlen. Besonders die Treibriemen aus Gutta Percha haben entschiedene Vorzüge vor den ledernen; diese Vorzüge bestehen darin, daß sie durch Wasser und Feuchtigkeit unangreifbar sind, beim Naßwerden ohne Störung gehen und sich durch sanften gleichförmigen Gang auszeichnen, wodurch Axen und Lager der Maschinen geschont werden; sie sind von größerer Dauer und wohlfeiler herzustellen als Lederriemen, haben bei jeder beliebigen Länge, Breite und Stärke weder Schnalle noch Nath, können leicht und auf der Stelle ausgebessert werden und haben selbst abgenützt noch einen verhältnißmäßig hohen Werth. Man verwendet die Gutta Percha ferner zum Abformen von Holzschnitten, zum Ueberziehen der Dräthe der elektrischen Telegraphen (wobei sich jedoch die Anwendung der Gutta Percha nicht bewährt hat), zu Abdrücken von Medaillen, zum Plombiren der Zähne. Zuweilen wird die Gutta Percha auch zu sehr dünnen Blättchen ausgewalzt, die man anstatt thierischer Blase oder Taffet zum Schutze gegen Feuchtigkeit und Luftzutritt benutzt.

Gemenge von Gutta Percha mit Kautschuk. Häufig benutzt man jetzt ein Gemenge von 1 Th. Gutta Percha mit 2 Th. Kautschuk, das in Bezug auf seine Eigenschaften in der Mitte zwischen beiden Substanzen steht. Es kann auf ähnliche Weise wie die Gutta Percha vulkanisirt werden. Ein Gemisch von gleichen Theilen Kautschuk- oder Guttaperchaabfällen mit Schwefel, das man mehrere Stunden lang einer Temperatur von 120° aussetzt, hat ähnliche Eigenschaften wie Knochen, Horn u. s. w. Als Zusatz zu der Masse empfiehlt man Gyps, Harze, Bleiverbindungen u. s. w. Dieses Gemisch soll zur Anfertigung von Messerheften, Thürklinken, Knöpfen 2c. dienen.

Firniß. F i r n i s s e. Unter F i r n i ß versteht man eine Flüssigkeit von öl- oder harzartiger Beschaffenheit, die zum Ueberziehen von Gegenständen benutzt wird, und auf denselben nach dem Trocknen einen dünnen Ueberzug hinterlassen soll, der sie vor der Einwirkung der Luft und des Wassers schützt, und ihnen eine glatte glänzende Oberfläche giebt. Man unterscheidet

Oelfirnisse. O e l-, W e i n g e i s t- und T e r p e n t i n ö l f i r n i s s e. Zur Darstellung der Oelfirnisse wendet man gewöhnlich Leinöl, seltener und nur für einzelne Zwecke Mohn- und Nußöl an. Das Leinöl besitzt die Eigenschaft, an der Luft allmälig zu einer zähen durchsichtigen Masse einzutrocknen; es findet dies aber nur sehr langsam und unvollständig statt. Diese Eigenschaft tritt weit vollkommener hervor, wenn das Oel vorher längere Zeit bei Zutritt der Luft unter Zusatz gewisser oxydirender Mittel einer höheren

Temperatur ausgesetzt wird. Das Trocknen des Oelfirniß geht nicht vor sich durch Ausdünstung, sondern dadurch, daß der Firniß Sauerstoff aufnimmt und sich in eine feste Substanz verwandelt; je schneller diese Oxydation vor sich geht, desto vorzüglicher ist der Firniß. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Oxydation um so schneller fortschreitet, je stärker sie eingeleitet worden ist. Man pflegt deshalb die Umwandelung des Leinöls in Firniß dadurch zu bewirken, daß man das Oel mit solchen Körpern erhitzt, die Sauerstoff abgeben können, die ferner die Eigenschaft haben, die in dem Oel befindlichen Unreinigkeiten zu binden oder zu zerstören. Derartige Körper sind Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, Salpetersäure u. s. w. Am vortheilhaftesten geschieht die Darstellung des Leinölfirniß durch Erwärmen des Leinöles im Wasserbade, unter Zusatz der erwähnten Oxyde; diese Oxyde senkt man zweckmäßig in gröblich gepulvertem Zustande (man rechnet 1 Th. der beiden erstgenannten Oxyde auf 16 Th. Oel, 1 Th. Braunstein auf 10 Th. Oel), in leinene Beutel gefüllt in das im Kessel befindliche Oel ein. Sie lösen sich zum Theil als ölsaure Oxyde auf, theils verbinden sie sich mit den im Oel enthaltenen Unreinigkeiten und bilden mit denselben einen Bodensatz. Nicht unwahrscheinlich ist es auch, daß namentlich die Bleiglätte und das Zinkoxyd als Zusatz bei der Firnißbereitung dazu dienen sollen, die Fettigkeit des in dem Oel enthaltenen Margarins zu zerstören, indem sie mit der Margarinsäure ein Pflaster, eine trockne, harzige Substanz bilden. Die Anwendung des schwefelsauren Zinkoxydes (Zinkvitriol) beim Sieden des Firniß scheint nicht den beabsichtigten Nutzen zu haben. Brotrinden, Zwiebeln, Morrüben, die man häufig dem Oel während des Siedens zusetzt, haben den einzigen Nutzen, daß sie durch ihr Braunwerden, bis zu dessen Erscheinen man das Oel zu sieden pflegt, die Beendigung des Siedeprocesses anzeigen. Ein Leinölfirniß, der, wie es jetzt häufig geschieht, mit Zinkweiß angerieben wird, darf kein Bleioxyd enthalten. Als Trockenmittel (Siccativ) zur Anwendung des Zinkweiß als Anstrichfarbe wendet man mit Braunstein bereiteten Oelfirniß an. Je niedriger die Temperatur beim Firnißsieden war, desto heller ist die Farbe des Firniß. Für Firnisse, bei denen helle Farbe Erforderniß ist, wendet man nach dem Sieden folgendes Bleichverfahren an. Man bringt den Firniß in 3 Zoll hohe, hinreichend lange und breite Kästen von Blech oder noch besser von Blei, deren Deckel durch eine Glasplatte gebildet wird, und setzt denselben darin einen Sommer lang der Einwirkung der Sonnenstrahlen aus. Liebig hat folgende Vor=

schrift zur Bereitung eines hellen Firniß gegeben: Man mengt 1 Pfund Leinöl mit 1 Loth fein geriebener Bleiglätte, setzt dann 2 Loth Bleiessig hinzu und schüttelt stark um, nach einiger Zeit hat sich die Bleiglätte mit dem Bleiessig abgesetzt und man hat einen leicht trocknenden Firniß von weißer Farbe.

Tapetenfirniß. Der zur Befestigung von Gold oder Tuchscheererwolle auf Tapeten ꝛc. angewendete Firniß ist eine Auflösung von Leinölbleipflaster in Terpentinöl, die man darstellt, indem man Leinöl mit Kali- oder Natronlauge verseift, den mit Wasser verdünnten Seifenleim mit Bleiessig fällt und die aus Bleipflaster bestehende klebrige Masse in der hinlänglichen Menge Terpentinöl auflöst.

Buchdruckerschwärze. Die Buchdruckerschwärze oder der Druckerfirniß ist nichts als ein sehr consistenter, schnell trocknender Oelfirniß, der mit Ruß vermischt worden ist. Zur Darstellung erhitzt man Lein- oder Nußöl über freiem Feuer in kupfernen Kesseln, die zur Hälfte damit angefüllt sind, bis über seinen Siedepunkt, wobei sich viele brennbare, unangenehm riechende Dämpfe entwickeln. Früher pflegte man die Dämpfe zu entzünden, jetzt zieht man es vor, das Erhitzen in mit Helm versehenen Blasen vorzunehmen. Da hierbei die Farbe des Firniß etwas Unwesentliches ist, so braucht das Oel nur längere Zeit bei stark erhöhter Temperatur behandelt zu werden, bis es so dickflüssig geworden ist, daß es schäumt und steigt und einen grauen Rauch von sich giebt. Wenn eine Probe auf einem kalten Teller eine dickliche Beschaffenheit zeigt, und sich zwischen den Fingern in Fäden ziehen läßt, so ist der Firniß zu seiner Anwendung tauglich. In diesem Zustande trocknet der Firniß, mit etwa 16 Proc. Kienruß abgerieben, leicht und schnell. Ist derselbe nicht hinlänglich gekocht, so läuft die damit gedruckte Schrift aus, es ziehen sich Oeltheile in das Papier und die Schrift erscheint mit einem gelben Rande und färbt sich ab. Soll der Druck nicht schwarz sein, sondern roth, blau ꝛc., so vermischt man den Firniß mit Zinnober, mit Pariserblau, Indig u. s. w. Für den Steindruck muß der Firniß consistenter sein, als für den Bücherdruck. Die Kupferdruckschwärze ist ein Gemisch von steifem Firniß mit Frankfurter Schwarz.

Oellackfirnisse. Die Oellackfirnisse sind Auflösungen von Harzen in Leinölfirniß, die gewöhnlich mit Terpentinöl verdünnt werden. Von den Harzen wendet man Bernstein, Copal, Animeharz, Dammarharz und Asphalt an. Um diese Firnisse darzustellen, schmilzt man den Bernstein oder den

Copal in einem Kessel über gelindem Kohlenfeuer in einem derartig construirten Ofen, daß der Kessel nur wenig in den Heerd hineinreicht und das Feuer nur den Boden des Kessels berührt. Nachdem das Harz geschmolzen ist, gießt man die erforderliche Menge siedenden Leinölfirnisses in den Kessel, der aber höchstens bis zu $^2/_3$ angefüllt sein darf und läßt das Gemisch ungefähr 10 Minuten lang sieden. Darauf nimmt man den Kessel vom Feuer, läßt ihn bis auf ungefähr 140° abkühlen und setzt dann die nöthige Menge Terpentinöl hinzu. Die Gewichtsverhältnisse sind 10 Th. Copal oder Bernstein, 20—30 Th. Oelfirniß, 25—30 Th. Terpentinöl. Schwarzen Asphaltfirniß erhält man durch gleiche Behandlung mit 3 Th. Asphalt, 4 Th. Firniß, 15—18 Th. Terpentinöl.

Der dunkle Bernsteinfirniß wird nicht aus dem Bernstein, sondern aus dem Rückstand, dem Bernsteincolophonium, bereitet, der bei der Destillation des Bernsteinöles und der Bernsteinsäure in dem Destillirgefäße zurückbleibt.

Die Oellackfirnisse sind die festesten und dauerhaftesten Firnisse; sie trocknen aber etwas langsam und sind stets mehr oder minder gefärbt.

Weingeistlackfirnisse. Die Weingeistlackfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Sandarac, Mastix, Gummilack, Anime u. s. w. in Weingeist. Eigenschaften eines guten Weingeistlackfirniß sind: schnell zu trocknen, eine glänzende Oberfläche zu bilden, fest zu haften und weder zu spröde, noch zu klebend zu sein. Der Name Lackfirniß oder Lack ist von der Auflösung des Gummilacks, als des gebräuchlichsten Harzes, auf alle Harzfirnisse übertragen worden. Man wendet einen starken, mindestens 92procentigen Weingeist an. Die Auflösung der gepulverten Harze wird dadurch befördert, daß man sie mit einem Dritttheil ihres Gewichtes grob gepulverten Glases vermischt. Um den Ueberzug weniger spröd zu machen, setzt man meist Terpentin hinzu. Sandaracfirniß erhält man durch Auflösen von 10 Th. Sandarac, 1 Th. venetian. Terpentin in 30 Th. Weingeist. Dauerhafter ist der Schellackfirniß, den man durch Auflösen von 1 Theil Schellack in 4—5 Th. Weingeist darstellt. Die Schreinerpolitur ist eine Auflösung von Schellack in vielem Weingeist, die, wenn sie auf weißes Holz angewendet werden soll, durch Filtration durch Thierkohle entfärbt wird. Der Copalfirniß übertrifft an Härte und Dauerhaftigkeit den Schellackfirniß. Zu seiner Darstellung wird der Copal vorher geschmolzen, wobei aber nicht vermieden werden kann, daß er sich dabei mehr oder weniger färbt; der

geschmolzene Copal wird gepulvert, mit Sand gemengt, mit starkem Weingeist übergossen, im Wasserbade längere Zeit im Sieden erhalten und die Lösung sodann filtrirt. Damit der Firniß etwas weicher werde, mischt man etwas Terpentin oder eine Auflösung von Elemiharz hinzu. Um farblosen Copalfirniß zu erhalten, läßt man den Copal in einem gut verschlossenen Gefäße in seinem doppelten Gewicht Aether aufquellen und zerfließen; die Lösung wird sodann im Wasserbade bis zum beginnenden Sieden erhitzt und allmälig mit heißem Weingeist versetzt; man erhält auf diese Weise eine wasserklare Lösung.

Gefärbte Weingeistlackfirnisse. Um gefärbte Lackfirnisse zu erhalten, die man benutzt, um feine Gegenstände aus Messing und Tombak vor dem Anlaufen durch die Luft, durch Angreifen u. s. w. zu schützen, um ferner derartigen Waaren eine schönere goldähnliche Farbe zu ertheilen, die auch benutzt werden können, um Zinn, Weißblech, selbst Eisen ein entfernt goldähnliches Ansehen zu geben, wendet man die sogenannten Goldfirnisse an, die am zweckmäßigsten auf folgende Weise dargestellt werden. Man bereitet sich getrennte weingeistige Auszüge von Gummigutt und Drachenblut und setzt diese versuchsweise zu einem Lackfirniß, der aus 2 Th. Körnerlack, 4 Th. Sandarac, 4 Th. Elemiharz, 40 Th. Weingeist erhalten worden ist, bis man die gewünschte Farbe erreicht hat.

Terpentinöllackfirnisse. Die Terpentinöllackfirnisse werden auf dieselbe Weise wie die Weingeistlackfirnisse dargestellt. Sie trocknen langsamer, sind aber dagegen weniger spröde, geschmeidiger und haltbarer. Den gewöhnlichsten Terpentinöllackfirniß stellt man durch Auflösen von Fichtenharz in Terpentinöl dar; er ist jedoch wenig dauerhaft und erhält nach einiger Zeit Risse. Der Copalfirniß mit Terpentinöl wird entweder mit ungeschmolzenem oder mit geschmolzenem Copal dargestellt; der auf letztere Weise erhaltene Firniß ist gefärbt. Der ungeschmolzene Copal wird am besten mit Terpentinöl behandelt, indem man letzteres in Glaskolben im Sandbade erhitzt, und den Copal in leinene Säckchen gebunden über dem Oel aufhängt. Der durch die heißen Terpentinöldämpfe gelöste Copal tropft in das Oel herab und verdünnt sich damit. Der mit Terpentinöl dargestellte Dammarlackfirniß ist ein jetzt häufig angewendeter, nicht sehr dauerhafter, aber farbloser und Lackfirniß. Zu seiner Darstellung wird ausgesuchtes Dammarharz in gröblich gepulvertem Zustande längere Zeit erwärmt, um es vollständig zu trocknen und dann in der 3—4fachen Gewichtsmenge Terpentinöl gelöst.

Grünen Terpentinöllackfirniß stellt man dar, indem man Sandarac oder Mastix in concentrirter Kalilauge auflöst, mit Wasser verdünnt und die Flüssigkeit durch essigsaures Kupferoxyd niederschlägt; der Niederschlag wird getrocknet und in Terpentinöl aufgelöst.

Schleifen u. Poliren des getrockneten Lackfirniß. Um die Glätte der Lackirung, namentlich auf Metallwaaren zu erhöhen und einen spiegelähnlichen Glanz hervorzubringen, pflegt man den vollständig getrockneten Lackfirniß zu schleifen und zu poliren. Das Schleifen wird durch Abreiben mit Filz, der befeuchtet in fein geschlämmtes Bimssteinpulver getaucht ist, vorgenommen, das Poliren vermittelst geschlämmten Tripels und Olivenöls, zuletzt zur vollständigen Entfernung des Oeles durch Reiben mit Weizenstärkmehl.

Anstatt der gewöhnlichen Firnisse und Lacke hat man in der neueren Zeit angefangen, Auflösungen von Schießbaumwolle in Aether (Collodium) und Wasserglaslösung zur Erzeugung glasähnlicher glänzender Ueberzüge anzuwenden.

Kitte. **Kitte.** Mit diesem Namen bezeichnet man zusammengesetzte Körper, welche gewöhnlich im breiartigen Zustande zwischen die Flächen zweier einander genäherten Körper gebracht, dieselben nach dem Erhärten zu einem einzigen vereinigen. In dieser Beziehung muß das Löthen, das Mauern mit Kalk und Cement, das Leimen und Kleistern zu den Operationen des Kittens gezählt werden. Wir sehen aber von den Metall-, Leim- und Kalkkitten ab und betrachten hier nur die **Oel-** und die **Harzkitte**.

Oelkitte. Die **Oelkitte** werden meist durch Mischen von Leinöl- oder Copalfirniß mit Bleiweiß, Bleiglätte oder Mennige dargestellt. Der **Glaserkitt**, dessen man sich zur Befestigung der Fensterscheiben in die Holzrahmen bedient, wird durch Zusammenstoßen von Kreide mit Leinölfirniß erhalten. Als Kitt für Dampfröhren wendet **Stephenson** ein Gemenge aus 1 Th. feinstem Sand, 1 Th. zerfallenem Kalk, 2 Th. Bleiglätte an, das mit erwärmtem Leinölfirniß angestoßen wird. Als Kitt zum Verstreichen der Fugen bei der Destillation von Säuren empfiehlt man geschmolzenes Kautschuk mit siedendem Leinöl zu lösen und diese Flüssigkeit mit Pfeifenthon zu mengen.

Harzkitte. Die **Harzkitte** sind entweder nur fein gepulverte Harze, die man zwischen die zu kittenden Gegenstände bringt, worauf man dieselben bis zum Schmelzen des Harzes erhitzt und dann die Flächen schnell aneinander drückt, oder sie sind Lösungen von Harzen in Alkohol. Ein empfehlungs-

werther Kitt zur Befestigung von Glas auf Glas, oder von Porcellan, Stahl u. s. w. wird auf folgende Weise dargestellt: Man löst Mastix in der möglichst geringen Menge Alkohol und versetzt diese Flüssigkeit mit einer concentrirten Hausenblaselösung, in welche man vorher einige Stückchen Galbanum oder Ammoniakgummi durch Reiben fein zertheilt hat. Das Gemisch wird in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahrt und beim Gebrauche gelind erwärmt. — Ein häufig zum Auskitten von Wasserbehältern u. s. w. angewendeter Steinkitt besteht aus 8 Th. Pech, 1 Th. Wachs, $1/4$—$1/2$ Th. Gyps; ein fester Porcellankitt aus 3 Th. Schwefel, 2 Th. weißem Harz, $1/2$ Th. Schellack, 1 Th. Mastix, 1 Th. Elemi, 3 Th. Ziegelmehl. —

Marineleim. Der bekannte Marineleim (Glu marine), der zum Kalfatern der Schiffe, zum Leimen aller dem Wasser ausgesetzten Holz- und Metalltheile Anwendung findet, wird dargestellt, wenn man Kautschuk in 12 Th. Steinkohlentheeröl, Steinöl oder Terpentinöl auflöst und die Lösung mit doppelt so viel Asphalt oder Gummilack oder auch beiden versetzt. — Als

Eisenkitt. Eisenkitt empfiehlt man ein Gemenge von 60 Th. gepulverten Gußeisendrehspänen, 2 Th. Salmiak und 1 Th. Schwefel mit Wasser zu einem Brei angerührt, zwischen die Fugen des Eisens einzudrücken; es erhitzt sich unter Schwefelwasserstoffentwickelung und wird fest. Werden die gekitteten Theile der Glühhitze ausgesetzt, so mengt man 4 Th. Eisenfeilspäne mit 2 Th. Thon und 1 Th. gepulverten Porcellankapseln, und rührt das Gemenge mit einer Auflösung von Kochsalz zu einem Teig an, den man einpreßt.

IV.

Thierstoffe und ihre technische Anwendung.

Wolle.

Wolle im Allgemeinen.

Die Wolle (thierische Wolle) unterscheidet sich von dem thierischen Haare dadurch, daß die Fasern der erstern spiralförmig gekräuselt, die des letztern aber geradeaus gehend sind. In der speciellen Bedeutung versteht man unter Wolle das gekräuselte Haar der Schafe, während man in der allgemeinen Bedeutung alle gekräuselten Haare überhaupt Wolle nennt. In chemischer Beziehung besteht die Wolle in ihrer Hauptmasse aus einem schwefelreichen eiweißähnlichen Körper, dem Keratin (Proteinbisulfid), ist aber in dem Zustande, wie sie von den Thieren kommt, mit Schweiß, Staub u. s. w. verunreinigt. Die mit Alkohol und Aether ausgekochte Wolle besteht nach Scherer aus 17,710 Th. Stickstoff, 50,653 Th. Kohlenstoff, 7,029 Th. Wasserstoff, 24,608 Sauerstoff, Schwefel und mineralischen Bestandtheilen. Unter dem Mikroskop erscheint die Faser der Wolle cylin=

Fig. 97.



derisch, mit einer gesprungenen Haut überkleidet, die ihr ein schuppiges Ansehen giebt (siehe Fig. 97 der vorhergehenden Seite)*).

Die Wolle ist je nach dem Schafe von verschiedener Güte; die vorzüglichste ist die spanische. Die der Merinoschafe ist die beste Sorte der spanischen Wolle. In Deutschland bringt man die Wolle bezüglich ihrer Güte in vier Abtheilungen, diese sind: Super-Electoralwolle, Electoralwolle, halb veredelte Wolle, Landwolle. Die feine Caschemirwolle rührt von einer besondern Art von Schafen her, die an der östlichen Seite des Himalaiagebirges weiden. Die Kämelwolle besteht aus dem seidenartigen, wenig gekräuselten Haare der Kämelziege oder angorischen Ziege (Capra angorensis), die in Angora in Kleinasien lebt. Die Vicognewolle ist das ebenfalls nur wenig gekräuselte Haar des Vicogne oder des Schafkamels (Auchenia Vicuna), das in den Gebirgen Mittel- und Südamerikas lebt.

Je nachdem die Wolle von ein- oder zweimal im Jahre geschorenen Schafen herrührt, nennt man dieselbe einschürig oder zweischürig.

*) Das Mikroskop ist vielleicht das einzige vollkommen sichere Mittel, um jede Vermischung von Leinfäden, Baumwollenfäden, Seidenfäden und Wollenfäden in

Fig. 98.

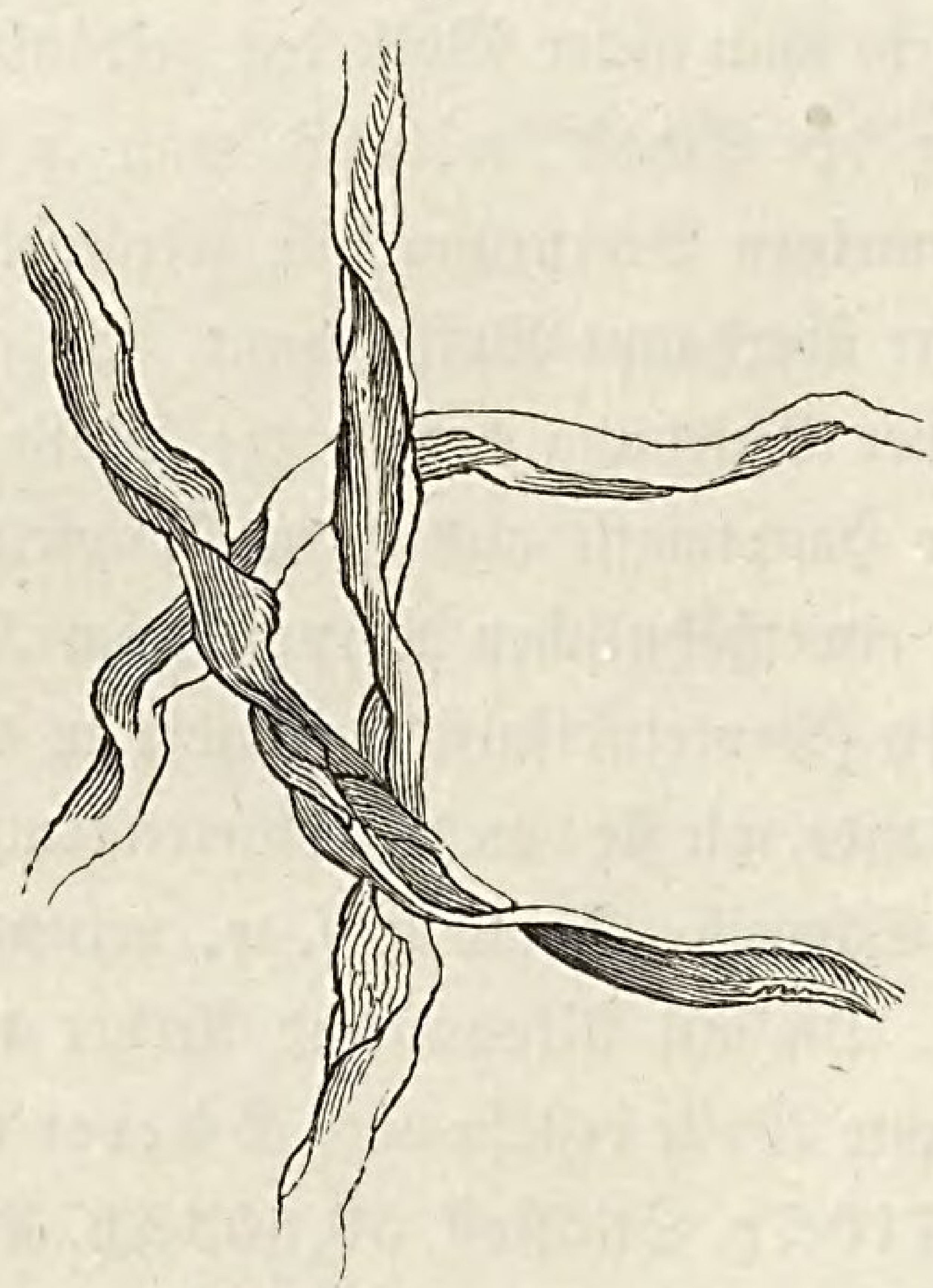


Fig. 99.

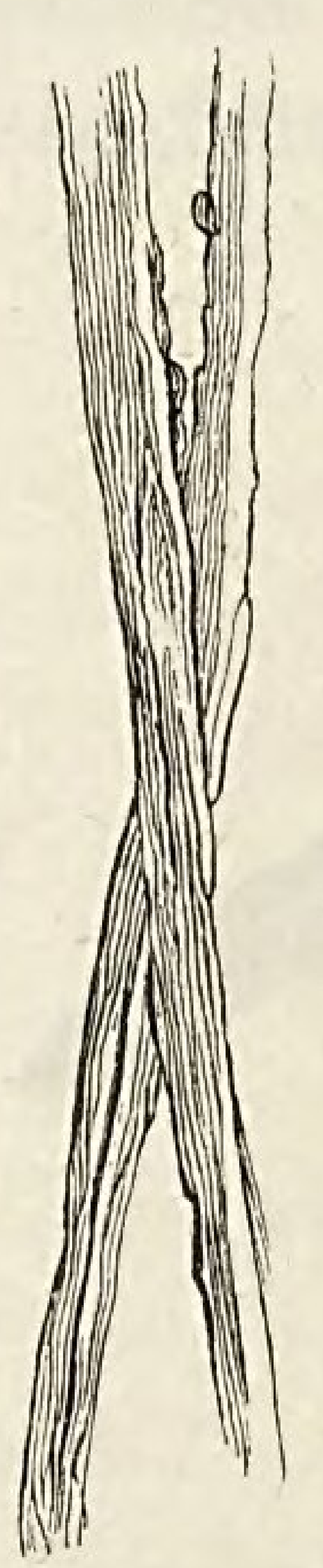
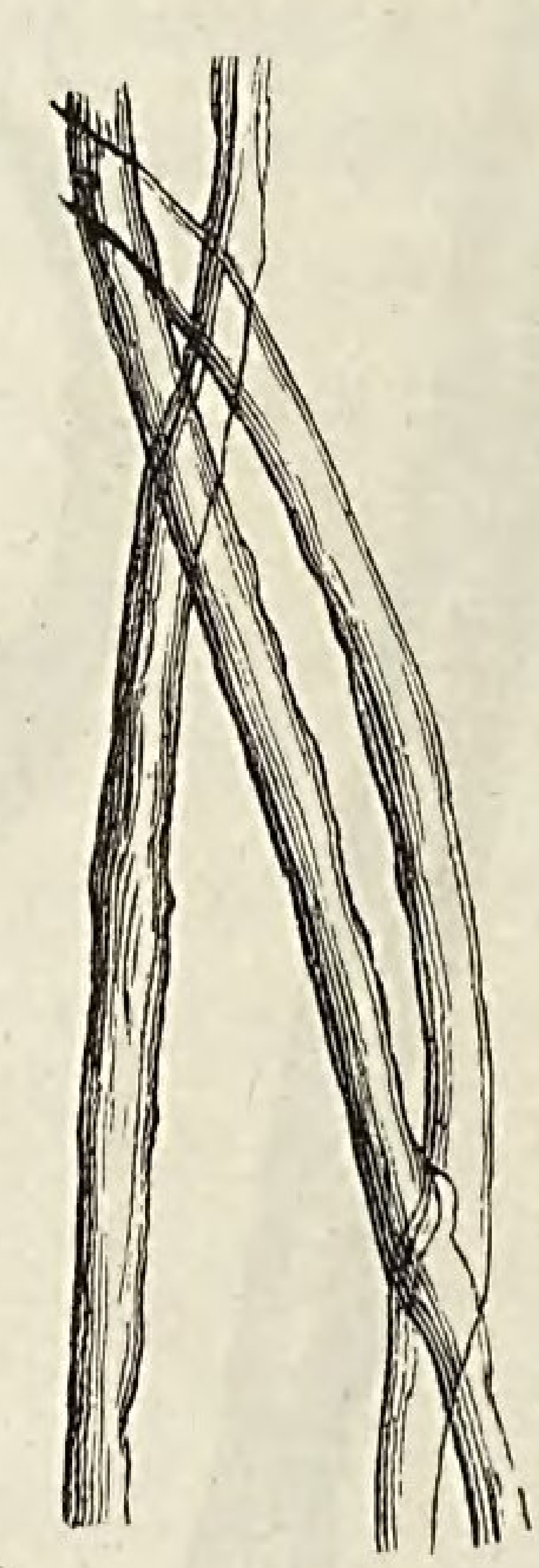


Fig. 100.



einem Gewebe augenblicklich zu erkennen, wie ein Blick auf die beistehenden Zeichnungen zeigt. Fig. 98 zeigt die Baumwollenfaser, Fig. 99 die Flachsfaser, Fig. 100 den Seidenfaden.

Unter Bließwolle versteht man die von lebenden Thieren abgeschorene Wolle. Die Wolle von todten Thieren nennt man Sterblingswolle.

Anwendung der Wolle.

Man verwandelt die Wolle nach gehöriger Vorbereitung durch Spinnen in Garn und bildet aus demselben durch Weben Zeug

Zeug und Tuch.

oder Tuch. Unter Zeug versteht man ein dünnes, leichtes und glattes Gewebe, dessen Oberfläche weder filzig noch wollähnlich ist, unter Tuch hingegen ein solches, das auf der Oberfläche das Ansehen des Filzes hat und die Garnfäden nicht mehr erkennen läßt.

Vorbereitung der Wolle.

Um die Wolle von den anhängenden Unreinigkeiten, namentlich von dem Schweiße zu befreien, wird sie gewaschen. Das Waschen geschieht entweder vor der Schur auf die Weise, daß man die Thiere in fließendes Wasser bringt und das Fell so lange mit den Händen knetet, als das Wasser noch trübe abläuft, oder nach der Schur vermittelst Seifenwassers, oder eines Gemenges von Wasser und gefaultem Harn, der durch das bei der Fäulniß entstandene kohlensaure Ammoniak wirkt. Nach dem Waschen wird die rohe Wolle nach ihrer Feinheit sortirt und sodann, um sie aufzulockern und vom Staube zu befreien, in den „Wolf" gebracht, einen Behälter, in welchem eine horizontale Walze rotirt, welche eben so wie die inneren Wände des Behälters, mit eisernen Zähnen besetzt ist. Nach dieser Bearbeitung wird die Wolle eingefettet oder geschmelzt, dies geschieht mit Olivenöl, zuweilen auch mit Butter oder Thran. Durch das Schmelzen erhält die Wolle mehr Geschmeidigkeit und Biegsamkeit. Um die eingefettete und zusammengepreßte Wolle wieder zu zertheilen und zum Spinnen vorzubereiten, wird dieselbe auf der Krämpelmaschine (Cardingengine — 1776 von Richard Arkwrigt construirt) gekrämpelt. Auf

Spinnen der Wolle zu Garn.

das Krämpeln folgt das Spinnen der Wolle zu Garn, das entweder auf dem Handspinnrad oder vermittelst Spinnmaschinen geschieht. Das von verschiedener Feinheit gewonnene Garn wird, um es regelmäßig abzutheilen, gehaspelt. Das gehaspelte Garn wird entweder sogleich verarbeitet oder vorher gezwirnt. Das Abtheilen der zur Kette bestimmten Fäden wird das Schieren genannt. Ist das zur Kette bestimmte Garn aufgeschiert, so wird es geschlichtet, d. h. durch eine dünne Leimlösung gezogen. Der Apparat, der zum Weben des Garns zu Tuch dient, heißt

Weben des Garns zu Tuch.

der Webestuhl. So wie das fertige Tuch aus dem Webestuhle kommt, hat es das Ansehen einer groben Leinwand, die mit Fett, Strohfasern und andern fremden Substanzen durchdrungen ist. Es heißt

in diesem Zustande Loden. Von diesen fremden Körpern wird es durch eine kleine Zange oder durch die Noppmaschine befreit und darauf in der Walkmühle gewalkt. Das Walken hat zum Zweck, das Gewebe von Leim, Fett und Schmutz zu befreien und die Fäden zu verfilzen, so daß das Gewebe für das Auge verschwindet. Die Materialien zum Walken sind gefaulter Harn, grüne Seife, Walkererde (vgl. S. 130), Mehl u. s. w.; sie wirken dadurch, daß sie entweder das Fett verseifen oder einsaugen. Das Filzen des Tuches wird in der Walkmühle durch Stoßen und Umwenden bewirkt. Nach dem Walken wird das Tuch gewaschen und darauf appretirt.

Appretur des Tuches.

Das Appretiren besteht im Rauhen, Scheren, Decatiren und Pressen. Der Zweck des Rauhens ist, vermittelst Weberkarden oder Weberdisteln die während des Walkens verwirrten Fasern auf der Oberfläche aufzulockern und zum Abscheren vorzubereiten, das mittelst der Handtuchschere oder vermittelst der Schermaschine geschieht. Durch das Scheren erhält das Tuch eine glatte glänzende Oberfläche, die dadurch noch erhöht wird, daß man das Tuch heißen Wasserdämpfen aussetzt und dann preßt. Das Färben des Tuches geschieht, nachdem es gewalkt worden ist. Der Glanz der gepreßten Tücher ist ein nur vorübergehender; um denselben einen dauerhaften Glanz zu ertheilen, müssen die Tücher vor dem Verarbeiten 15 — 30 Minuten lang der Einwirkung gespannter heißer Wasserdämpfe ausgesetzt werden. Man nennt diese Operation das Decatiren des Tuchs.

Arten des Tuchs.

Das Tuch ist entweder einfärbig oder es ist melirt, d. h. es ist aus vorher gefärbtem Garne von verschiedenartiger Farbe gewebt worden. Zu den tuchartigen Geweben rechnet man außer dem Casimir, den Fries aus grober Wolle, wenig gerauht und gewalkt und nicht geschoren, den Kalmuk (Biber), stark gewalkt, aber nicht geschoren.

Verarbeitung der Wolle zu Zeug.

Die glatt wollenen Gewebe oder die Zeuge werden nicht gewalkt und geschoren. Man bereitet die Wolle dazu durch Kämmen vor. Der Kamm wird aus drei hinter einander stehenden Reihen von Stahlzähnen gebildet. Der Arbeiter nimmt zwei solche Kämme und bearbeitet zwischen denselben die Wolle, bis die Haare parallel liegen und in beiden Kämmen gleichmäßig vertheilt sind. Man wendet dazu einschürige Wolle an. Darauf spinnt man die Kammwolle zu Kammgarn und verwebt dieses auf dem Zeugmacherstuhle. Die bekanntesten der auf diese Weise dargestellten Zeuge sind der Merino und der Thibet, der sich von dem

Merino dadurch unterscheidet, daß er keine glänzende Oberfläche hat. Hierher gehören auch die geköperten Zeuge, die Teppiche und die Gobelins (Wandtapeten). Letztere sind das Vollkommenste, was durch die Weberei erreicht werden kann.

Haare.

Haare. Haare sind die dünnen, röhrenförmigen, mehr oder minder biegsamen und elastischen Fäden, welche die Epidermis der Säugethiere bedecken und zum Schutze gegen die Einflüsse der Temperatur und die Verletzung dienen. Sie sind härter und zäher als Wolle. Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Haare ist anzuführen, daß dieselbe fast identisch ist mit der Wolle, den Federn, den Klauen, Nägeln, der Epidermis u. s. w. Gereinigte Haare, gleichviel von welchem Thiere, bestehen aus 17,14 Th. Stickstoff, 49,78 Th. Kohlenstoff, 6,36 Th. Wasserstoff, 26 Th. Sauerstoff und Schwefel. Man unterscheidet an jedem Haar den Schaft und die Wurzel. Der Schaft ist der zum größten Theil über der Haut befindliche, unten stärkere, gegen das Ende hin spitz zulaufende Theil. Die Gestalt der unter der Haut befindlichen Wurzel ist in den meisten Fällen traubenförmig, selten kuglig. Das Haar besteht, wie man unter dem Mikroskope deutlich erkennen kann, aus einer innern und aus einer dieselbe bedeckenden Schicht. Die letztere Schicht enthält vorzugsweise das Fett, das die Weichheit und Biegsamkeit der Haare veranlaßt. Dieses Fett scheint die Hauptursache der Färbung der Haare zu sein. Im Alter wird das Fett farblos und das Haar silberglänzend. Betrachten wir zuerst das Menschenhaar, Menschenhaar, das zu Galanteriewaaren, zu Haartouren und Fußsohlen vielfache Anwendung findet, so verarbeitet man dasselbe auf folgende Weise: Man reibt die Haare mit Mehl, legt sie durch Ziehen durch eine Hechel parallel und kocht sie, zur Entfernung des Fettes, mit einer schwachen Lauge. Sollen die Haare kraus werden, so wickelt man sie um Hölzer und setzt sie der Hitze eines Backofens aus. — Auf der Gegenwart des Schwefels in den Haaren beruhen die meisten Mittel, die Haare dasselbe zu schwärzen. schwarz zu färben. So schwärzt man das Haar durch fortgesetzten Gebrauch eines Bleikamms, oder durch Anwendung einer Pommade aus salpetersaurem Silberoxyd, Kalkhydrat und Fett. Eben so wendet man ein Gemenge von 4 Th. Kalkerdehydrat, 1 Th. Mennige mit einer

verdünnten Lösung von zweifach kohlensaurem Natron an. Am dunkelsten läßt sich das Haar mit einer Lösung von Pyrogallussäure färben.

Das Haar zu vertilgen. Das Haar ist in Alkalien und alkalischen Erden löslich. Auf dieser Eigenschaft beruhen die sogenannten Haarvertilgungsmittel, unter denen Schwefelcalcium und das Rusma der Orientalen (vgl. S. 213) die gebräuchlichsten sind.

Thierhaare. Von den Thierhaaren finden in den Gewerben Anwendung die Pferde-, Kuh-, Ochsen- und Kälberhaare zum Polstern, zum Verspinnen, als Bindemittel beim Kalkanmachen; Hirsch- und Rehhaare ebenfalls zum Polstern; Hundehaare zu ordinären Pinseln, Katzen-, Maulwurfs-, Fischotterhaare zu Filzhüten und Zeugen; Marder-, Zobel-, Eichhorn- und Dachshaare zu Pinseln; die Haare der Beutel-, Moschus- und Bisamratte zu Hüten u. s. w. Die steifen Haare am Halse, Rücken und Schwanze des Schweins sind die Borsten, die von den Bürstenbindern, Malern, Sattlern, Riemern und Schuhmachern angewendet werden.

Seide.

Seide im Allgemeinen. Unter allen Substanzen, die in der Weberei Anwendung finden, ist wohl unstreitig die Seide die wichtigste. Ihr Glanz, ihre Haltbarkeit und ihre Elasticität bei großer Feinheit machen dieselbe zu einem außerordentlich werthvollen Gegenstand. Es ist bekannt, daß die Seide das Gespinnst der Seidenraupe (Phalaena Bombyx) ist. Die Seidenraupe spinnt sich vor dem Verpuppen ein, indem sie einen Saft austreten läßt, der sogleich an der Luft zu Seide erhärtet und um die Raupe herum ein Gehäuse bildet, welches Cocon genannt wird. Dieser Saft ist bernstein- bis goldgelb, durchsichtig und zähe, löst sich in Wasser auf und färbt dasselbe goldgelb. Die Lösung schäumt beim Erhitzen bis zum Sieden, ohne indeß zu coaguliren. Nach 1—2 Tagen erstarrt die wässerige Lösung zu einer zitternden Gallerte, welche sich in einer größeren Menge Wasser selbst beim Sieden nicht mehr löst. Ein Tropfen der heißen Lösung, mittelst eines Glasstabes herausgenommen, erstarrt während des Herabfallens zum Theil zu einem Seidenfaden, an welchem der Rest des Tropfens hängen bleibt.

Der Seidensaft.

Die Seidenzucht. Die Seidenraupe gedeiht am besten bei einer Temperatur, die nicht weniger als 18° betragen darf. Ihre Nahrung besteht in den

Blättern des weißen Maulbeerbaumes. Warum die Seidenraupe nur diese Blätter und nicht auch die anderer Bäume frißt, läßt sich aus der chemischen Zusammensetzung dieser Blätter nicht erklären. Das Ei der Seidenraupe ist gelblichgrau und ungefähr von der Größe eines kleinen Hirsekorns. Durch die Wärme des Frühjahrs oder durch künstlich erzeugte Wärme entwickelt sich das Ei zu einer kleinen Raupe, die in 25 Tagen völlig ausgebildet ist. Während dieser Zeit, während welcher die Raupen täglich frische Maulbeerblätter erhalten müssen, häuten sich dieselben 3—4 Mal. Nach Verlauf dieser Zeit hören sie auf, Nahrung zu sich zu nehmen und beginnen sich einzupuppen. Das Gewicht der Raupen beträgt kurz vor dem Einspinnen im Mittel etwas mehr als ein Quentchen, das solcher Raupen, die noch fressen, ungefähr 1$^1/_2$ Quentchen. Wenn die Raupe sich einspinnen will, so giebt sie ihren Willen durch eine ungewöhnliche Lebhaftigkeit zu erkennen und sucht irgend einen Unterstützungspunkt, um ihre Arbeit anfangen zu können. Man giebt ihnen dann Birkenreiser, zwischen denen die Raupen verschiedene Fäden ziehen, um daran den Cocon zu befestigen. Nach Verlauf von 3—4 Tagen ist derselbe fertig; alsdann ist es nothwendig, den im Innern sich entwickelnden Seidenfalter zu tödten, damit er sich nicht völlig ausbilde und den Cocon durchbohre. Das Durchbrechen geschieht in der Regel 14 Tage nach beendigtem Einpuppen und zwar durch einen scharfen Saft, den sie durch den Mund von sich geben, der den Cocon an einer Stelle so weit auflockert, daß der Schmetterling dadurch entschlüpfen kann. Die sicherste Methode, die Raupe zu tödten, besteht darin, die Cocons entweder mit siedendem Wasser oder mit bis auf 75—80^0 erwärmter Luft zu behandeln. Außerdem hat man zu diesem Zwecke Alkohol-, Terpentinöl- und Kampherdämpfe vorgeschlagen.

Die Cocons. Die ausgebildeten Cocons haben die Größe und Gestalt eines Taubeneies; das Gewicht eines frischen Cocons beträgt im Durchschnitt $^1/_2$ Quentchen. Sie sind von gelber Farbe und auswendig mit einer rauhen Faser, der Floretseide, bedeckt, unter der sich die eigentliche Seide befindet. Unter der letzteren befindet sich ein innerer Theil, der aber aus einem so fest in einander geschlungenen Faden besteht, daß eine Bearbeitung desselben nicht mehr möglich ist. — Nach dem Tödten werden die Cocons sortirt und sodann abgehaspelt oder abgesponnen. Das Abhaspeln hat zum Zweck, eine leimartige Substanz, durch welche die Fäden aneinanderkleben, zu lösen und den eigentlichen Seidenfaden abzuwickeln.

Man wirft die Cocons in heißes Wasser und rührt sie darin mit Reisern um. Nachdem die leimartige Substanz gelöst ist, werden die oberen, zu Floretseide benutzten Fäden abgezapft und sodann die Cocons mit Besen geschlagen, wodurch die Anfänge der Fäden sich losweichen und um die Reiser schlingen. Je nachdem die Fäden der Seide dünn oder dick werden sollen, zieht man 2, 4 bis 20 Cocons auf einmal aus und läßt die Fäden durch ein Oehr gehen, in welchem sie sich ihrer klebrigen Beschaffenheit wegen zu einem einzigen Faden vereinigen. Die mit einander zu vereinigenden Fäden werden dann vorläufig mit den Händen zu zusammengeschlungenen Fäden zusammengedreht. Die kurzen Fäden, die nicht abgehaspelt werden können, bilden die Floretseide, welche gekämmt und versponnen wird. Die unterste Schicht der Seide, die unter der eigentlichen Seide liegt, heißt die Krätze und wird zu Wattseide verarbeitet. Jede Art von Seide, die nur von den Cocons abgehaspelt worden ist, führt den Namen rohe Seide, Matzenseide oder Greze; sie ist gelb oder weiß und besitzt der noch anhängenden leimartigen Substanz wegen eine gewisse Steifigkeit, die sie zu einigen Fabrikaten, wie zu Krepp u. dergl., geschickt macht. In den meisten Fällen wird aber die Seide gefärbt und deshalb vorher entschält oder degummirt. Dies geschieht entweder durch Kochen mit Seife oder Borax, oder mit einer schwachen alkalischen Lösung. Durch das Entschälen wird die rohe Seide von der leimartigen Substanz befreit und zugleich entfärbt. Darauf wird die Seide gezwirnt. Man unterscheidet folgende Arten der gezwirnten Seide: Organsinseide, zu welcher die schönsten Fäden genommen werden, Tramseide, Nähseide und Floret- und Wattseide. Die Tramseide unterscheidet sich von der Organsinseide dadurch, daß man zu ihrer Darstellung stärkere oder gröbere rohe Seide nimmt, nicht so viel Fäden zusammendreht und diese nicht so stark zwirnt. Die Nähseide wird zum Nähen und Sticken angewendet und von drei bis acht doppelten Fäden zusammengedreht. Unter der Floretseide versteht man, wie schon erwähnt, das äußere oder rauhe Gespinnst; man rechnet zu derselben aber auch den Ausschuß oder Abfall der guten Seide, und die beschädigten, durchfressenen und verwirrten Cocons. Die von den letzteren erhaltene Seide ist die schlechteste Sorte der Floretseide und wird Krätze genannt. Die schlechteste aller Seidensorten ist die Wattseide, zu welcher man zum Theil die Krätze, zum Theil aber auch das lose Gewebe verarbeitet, das die Raupe an die Reiser während des Spin-

Rohe Seide.

Arten der Seide.

nens anhängt; man benutzt diese Sorte zum Ausstopfen. Die seidenen Zeuge sind entweder glatt wie der Taffet, oder geköpert wie der Atlas, oder façonnirt wie der Pequin, der Seidendamast. Mit dem Namen Stoffe bezeichnet man Seidenzeuge wie Sammet, Plüsch, oder Seidenzeuge, welche große und vielfarbige Blumen enthalten. Die Ausführung der Muster ist sehr einfach, seit Jacquard seinen Webstuhl erfunden hat, auf welchem bei sehr einfacher Vorrichtung jedes Muster schnell und mit der größten Regelmäßigkeit und Vollkommenheit hervorgebracht werden kann. Die Gazen oder Flore unterscheiden sich von anderen seidenen Geweben dadurch, daß sie als ein netzähnliches Gewebe erscheinen. Der grobmaschige Flor heißt Marl.

Seidene Zeuge.

Appretur der Seidenzeuge.

Die fertigen Seidenzeuge werden appretirt. Dies wird auf die Weise ausgeführt, daß man aus den Geweben zuerst die Knötchen entfernt, dieselben dann durch Walzen glättet und ebnet, und ihnen dann durch eine Lösung einer schleimigen Substanz, wie der Hausenblase, des Flohsaamens (Plantago Psyllium) u. s. w., die erforderliche Steifigkeit ertheilt.

Gerberei.

Gerberei im Allgemeinen.

Die eigentliche Haut der Thiere umgiebt die Muskeln und Knochen; bei größeren Thieren nennt man sie Haut, bei kleineren Fell oder Balg. Die Haut hat die Eigenschaft, bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser unlöslich zu sein; läßt man dieselbe aber längere Zeit mit Wasser kochen, so schrumpft sie anfänglich zusammen und wird steif und elastisch. Durch längere Zeit fortgesetztes Kochen wird sie aber wieder weich, schleimig und durchscheinend und löst sich nach und nach zu einer Flüssigkeit auf, die nach dem Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. In dieser Gallerte ist nicht mehr Haut, sondern Leim enthalten, von welchem weiter unten ausführlich die Rede sein wird. Eine Lösung von Leim oder eine mit Wasser aufgeweichte Haut schimmelt sehr leicht. Eine Auflösung von Quecksilberchlorid oder von schwefelsaurem Eisenoxyd verhindert die Fäulniß. Eben so hat eine Lösung von Gerbsäure und von Thonerde die Eigenschaft, die Fäulniß der thierischen Haut zu verhindern. Die auf diese Weise umgewandelte Haut wird nach dem Trocknen nicht mehr steif und brüchig, sondern bleibt weich und geschmeidig und heißt Leder, der Proceß der Um-

wandelung das Gerben. Je nachdem die Haut durch Gerbsäurelösung oder durch eine Thonerdeverbindung in Leder umgewandelt worden ist, unterscheidet man Loh- oder Rothgerberei und Weiß- oder Alaungerberei. Andere Arten der Gerberei sind die Sämischgerberei, bei welcher die Poren der Haut mit Fett, und die Pergamentfabrikation, bei der sie mit Kreide ausgefüllt werden.

Rohmaterialien zur Lohgerberei.

Die Materialien der Lohgerber sind gerbsäurehaltige Substanzen und Häute. Als gerbsäurehaltige Substanz benutzt man gewöhnlich Eichenrinde oder die Rinde anderer Bäume. Die Eichenrinde (Eichenlohe) ist die innere, zwischen der äußeren Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Species von Quercus (namentlich Q. Robur und Q. pedunculata). Außerdem benutzt man auch frische Eichenholzspäne, die Galläpfel, die Knoppern*), Kastanienrinde, Weidenrinde, Ahornrinde, Sumach (Rhus coriaria), Catechu (ein sehr adstringirendes Extract aus der Rinde der Areca Catechu), die Eicheln von Quercus aegilops, die unter dem Namen Valonia im Handel vorkommen, die Schoten von Caesalpinia Coriaria, einer in Südamerika einheimischen Staude, die im Handel den Namen Divi-Divi oder Liby-Diby führen, die Schoten mehrerer Acaciaarten, namentlich A. cinerea, A. sophora, A. arabica, im Handel unter dem Namen Bablah bekannt, die chinesischen Galläpfel, die in Gestalt von höckrigen, mit einem grauen Filz bedeckten, hohlen Knollen vorkommen, und nach Stein und Buchner gegen 70 Proc. Gerbsäure enthalten u. s. w. 100 Theile folgender Pflanzenstoffe enthalten:

Gerbsäure.	Theile:
Innere weiße Rinde von alten Eichen	15
„ „ „ „ jungen Eichen	16
Junge Eichenrinde	6,04
„ Kastanienrinde	4,27
„ Ulmenrinde	2,70
„ Weidenrinde	2,28
„ Buchenrinde	2,08

*) Die Knoppern oder Ackerdoppen sind eben so wie die Galläpfel, Auswüchse der Eiche, welche ebenfalls durch den Stich eines Insektes entstehen. Es findet aber der Unterschied statt, daß sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern in den jungen Näpfchen der Eicheln bilden. Sie sind nicht rund wie die Galläpfel, sondern unförmlich, eckig und stachlig.

	Theile:
Sumach	16,25
Chinesische Galläpfel	69,0
Catechu von Bombay	54,37
„ „ Bengalen	48,12
Galläpfel	26,45
Tormentillwurzel	34,0
Junge Roßkastanienrinde	1,87
„ Ahornrinde	2,38
„ Birkenrinde	1,66

Gerbsäure. Das in allen diesen Substanzen wirksame Princip ist die Gerbsäure, der Gerbstoff oder das Tannin. Diese Substanz hat, aus den verschiedenen Pflanzen dargestellt, verschiedene Eigenschaften. Der gemeinsame Charakter aller ist aber der, daß Eisenoxydsalze von ihr dunkel gefärbt niedergeschlagen werden, und daß sie thierische Haut in Leder verwandelt. Auf der ersteren Eigenschaft beruht ihre Anwendung in der Färberei, auf der zweiten ihre Anwendung in der Gerberei. Durch trockene Destillation bildet sich aus der in den Galläpfeln vorkommenden Gerbsäure die Pyrogallussäure, die in der Photographie als Reductionsmittel und zum Schwarzfärben der Haare und des Horns Anwendung findet.

Häute und ihre Vorbereitung zum Gerben. Die zum Gerben angewendeten Häute sind Ochsen-, Kuh-, Roß-, Kalb-, Schaf- und Ziegenhäute. Die Vorbereitung zerfällt in das Reinigen der Häute, das Enthaaren derselben, das Schwellen und das Färben. Die Operation des Reinigens befreit die Häute und Felle von Fett, Blut, Schmutz und anderen anhängenden fremden Stoffen; zu diesem Behufe werden die Häute am besten in fließendem Wasser eingeweicht und gewaschen und darauf auf dem Schabebaume mit dem Schab- oder Streicheisen auf der inneren Seite, der Fleischseite, abgeschabt. Auf der entgegengesetzten Seite werden die Häute enthaart; mit dem Enthaaren ist zu gleicher Zeit das Abschaben der Oberhaut verbunden.

Sohlenleder. Die zu Sohlenleder bestimmten Häute enthaart man entweder durch Lösen der Epidermis durch Kalkmilch oder durch beginnende Fäulniß (Schwitzen) der über einander geschichteten Häute, wobei man die innere Seite vor der Fäulniß dadurch bewahrt, daß man sie mit Kochsalz oder mit Holzessig einreibt. Nach gehöriger Fäulniß werden mit stumpfen

Schabeisen die Haare entfernt (das Pälen), das Fleisch auf der innern Seite abgeschoren und der Kalk und Schmutz entfernt. Damit die enthaarten Häute von der Gerbsäurelösung durchdrungen werden können, müssen dieselben aufgelockert und geschwellt werden; deshalb muß man vor allem den Kalk entfernen, der bei dem Behandeln der Häute mit Kalk sich mit der thierischen Faser verbunden, und das Fett sich verseift hat. Behufs des Schwellens bringt man die enthaarten Häute in die Schwellbeize, welche aus einem sauer gewordenen Lohauszuge, aus sauer gewordenem Kleienwasser oder verdünnter Schwefelsäure besteht. In den beiden ersten Flüssigkeiten ist Milchsäure, in der sauer gewordenen Lohflüssigkeit außer Milchsäure auch noch Buttersäure das wirksame Princip. Durch die Schwellbeize wird der Kalk entfernt, werden die Poren aufgetrieben und die Häute zur Aufnahme der Gerbsäurelösung geschickt gemacht. Darauf nimmt man mit denselben die Operation des Färbens vor, d. h. man bringt sie in eine schwache Brühe von frischer Lohe, bis sie eine bräunliche

Lohgruben. Farbe angenommen haben, und dann in die Lohgruben. Letztere bestehen aus viereckigen, 8—10 Fuß tiefen, ausgemauerten Gruben. Das Einlegen der Häute geschieht auf folgende Weise: Man streut erst eine Schicht zermalmte Eichenrinde oder andere Lohe in die Grube und breitet darauf eine Schicht Häute, mit der Haarseite nach unten gekehrt. Ueber die erste Schicht Häute kommt abermals eine Schicht Lohe und das so fort, bis die Grube beinahe angefüllt ist. Eine Grube faßt gewöhnlich 40—80 Ochsenhäute. Die Grube wird mit Wasser angefüllt und mit Brettern bedeckt, nach 2—3 Monaten öffnet man die Grube, nimmt die Häute heraus, spült die anhängende Lohe von ihnen ab und bringt sie von Neuem in die Grube, nur mit dem Unterschiede, daß dieses Mal die Fleischseite nach unten gerichtet ist, dieselbe Operation wird nach einigen Monaten noch 2—3 Mal wiederholt, bis die Häute gahr sind, was man daran erkennt, daß auf der Schnittfläche des Leders durchaus nichts Fleischiges mehr zu bemerken ist. Bei dem Sohlenleder nimmt die Haut durch das Gerben $^1/_3$ an Gewicht zu. Nach beendigtem Gerben werden die Häute aus der Grube entfernt, gereinigt, ausgepreßt, getrocknet und zuletzt durch Stampfen und Walzen geebnet. Die ausgezogene Lohe wird in Formen gepreßt, getrocknet und als Brennmaterial verbraucht.

Schmalleder. Schmal- oder Fahlleder wird aus Kalb- und Schaffellen, so wie aus den Häuten der Pferde und Kühe fabricirt. Die Ope-

rationen sind dieselben, wie bei der Fabrikation des Sohlenleders, nur bedient man sich zum Gerben seltner der Lohe, als vielmehr eines Lohauszugs (der Lohbrühe). Damit das Leder möglichst biegsam und gleichmäßig dick werde, unterwirft man es nach dem Gerben noch einigen mechanischen Operationen (dem Krispeln und Schlichten), d. h. man schmiert die lohgahren Häute mit einer Mischung von Talg und Thran ein und walkt sie damit, um sie geschmeidiger zu machen. Die Narben werden mit dem Krispelholz und die Glätte mit dem sogenannten Pantoffelholz hervorgebracht. Beim Schafleder, dessen Wolle noch benutzt werden soll, bestreicht man die Felle auf der Fleischseite mit Kalk und Holzasche und pocht sie auf einander; nach Verlauf von einigen Stunden wird die Wolle auf dem Schabebaum entfernt und die Haut dann, wie oben angegeben, behandelt. Felle, die zu Stiefelleder bestimmt sind, werden gefärbt, indem man sie vor dem Einfetten mit einer Lösung von Eisenvitriol oder essigsaurem Eisenoxyd überstreicht.

Schnellgerberei. Es liegt auf der Hand, daß eine Haut um so schneller in Leder verwandelt wird, je mehr dieselbe geschwellt und je aufgelöster die gerbstoffhaltige Substanz ist. Die zahlreichen Vorschriften der sogenannten Schnellgerberei kommen daher darauf hinaus, die geschwellten Häute anstatt in Lohe oder eine andere gerbsäurehaltige Substanz, in eine erst verdünnte und dann möglichst reiche Gerbsäurelösung, oder in einen concentrirten Auszug jener Substanzen zu legen. Um die Gerbsäure in die Poren der Häute einzuführen, hat man vorgeschlagen, die Gerbebrühe circuliren zu lassen (eine Anzahl Gerbekufen sind durch ein Röhrensystem verbunden, durch welches vermittelst Druck- und Saugpumpen eine Circulation der Gerbebrühe in den Kufen bewirkt wird); die endosmotischen Eigenschaften der Häute zu vermehren (die zu Säcken zusammengenähten Häute werden mit Wasser und Lohe gefüllt, und in Catechulösung untergetaucht, deren specifisches Gewicht durch Zusatz von Zucker erhöht worden ist), und endlich mechanischen, oder besser noch hydrostatischen Druck anzuwenden. In der richtigen Erwägung, daß der vom Enthaaren in den Häuten zurückgebliebene Kalk die Gerbsäure zur Veränderung disponirt und dadurch die Wirkung der Lohbrühe schwächt, ist in der neuesten Zeit vorgeschlagen worden, den Kalk vor dem Gerben mittelst einer starken Zuckerlösung (Runkelrübensyrup) auszuziehen. Man soll auf diese Weise an Zeit und Lohe beträchtlich sparen.

Juchtenleder. Das **Juchtenleder**, richtiger Juftenleder (nach dem russischen Worte Jufti, ein Paar, da man bei dem Färben stets zwei Häute mit Riemen aneinander befestigt), früher vorzüglich in Rußland, jetzt in anderen Ländern fabricirt, wird aus Kalb-, Kuh- und Roßhäuten gemacht. Die Verfahrungsart bei der Fabrikation besteht im Wesentlichen darin, daß man die auf gewöhnliche Weise enthaarten Häute zuerst in ein mit Hafermehl bereitetes Sauerwasser und nach dem Schwellen in eine aus Weidenrinde bereitete Lohbrühe bringt. Nachdem die Juchten hinlänglich gegerbt und getrocknet worden sind, werden sie entweder mit einer Abkochung von Santelholz und Eisenvitriol schwarz, oder mit einer Abkochung von Santelholz und Alaun roth gefärbt. Bei dem Färben näht man zwei Häute zu einem Sack zusammen, so daß die Narbenseiten inwendig aneinander kommen, gießt die Farbenbrühe in den Sack und rollt denselben hin und her. Nach hinlänglichem Färben gießt man die Brühe aus, trocknet die Häute und reibt sie auf der Fleischseite mit Birkentheeröl, das durch trockne Destillation der Rinden angefaulter Birken gewonnen worden ist, ein. Diesem Oele verdanken die Juchten ihren eigenthümlichen Geruch. Fängt das Oel an einzutrocknen, so wird das Leder auf der Haarseite gekrispelt, dann noch einmal mit Birkentheeröl gestrichen und zuletzt geglättet.

Lohkuchen. Die bei der Lohgerberei abfallende, völlig erschöpfte **Lohe** wird mit etwas Lehm vermischt in hölzerne Formen gepreßt, getrocknet und unter dem Namen **Lohkuchen** oder **Lohkäse** als Brennmaterial verkauft. Ihre Heizkraft ist ungefähr $^3/_4$ von der des lufttrocknen Holzes.

Saffian. Der **Saffian** (Maroquin, türkisches oder Marocco-Leder) wird aus Bock- oder Ziegenfellen dargestellt. Das Verfahren ist dasselbe, wie bei der Fabrikation des Schmalleders, nur wird dabei weit sorgfältiger zu Werke gegangen. Nach dem gewöhnlichen Reinigen und Enthaaren bringt man die Felle in ein Hundekothbad (Kaschka), dann in eine Abkochung von Weizenkleie in Wasser, wäscht sie darauf mit Wasser aus und reibt sie nach dem Auspressen mit Kochsalz ein. Nachdem dies geschehen, gerbt man sie mit einer Abkochung von Sumach oder von Galläpfeln. Nach dem Gerben werden sie gefärbt und sodann gekrispelt. Das Krispeln geschieht, indem man die gefärbten Felle mit einer gekerbten Walze der Länge nach behandelt, sie darauf mit einer glatten Walze glättet, dann nochmals mit der gekerbten in derselben Richtung und darauf in einer dieselben kreuzenden behandelt, wodurch die **künstliche Narbe** oder das **Reißkorn**

erzeugt wird. Das Färben geschieht nur auf der Narbenseite und zwar Gelb mit Alaun und Avignonkörnern oder Kreuzbeeren (Rhamus infectoria), Grün mit Grünspan und Essig, Violett mit Indigo und Cochenille, Roth mit Cochenille, Gummi und Alaun, Schwarz mit Eisenvitriol, Kupfervitriol und einer Lösung von kohlensaurem Kali.

Corduan. Der Corduan oder Cordovan (von der spanischen Stadt Cordova) gleicht dem Saffian in vieler Beziehung und wird auch auf ähnliche Weise dargestellt. Er unterscheidet sich von dem Saffian nur durch die größere Stärke der Felle und dadurch, daß der Corduan seine natürliche Narbe behält.

Chagrin. Chagrin, Chagrain oder Saghir, wird von den Tartaren und Russen aus Roß- und Eselshäuten und zwar aus den hinteren Theilen des Rückens dargestellt. Die enthaarte Haut wird in einem Rahmen ausgespannt und auf der Haarseite mit den schwarzen Samen einer wild wachsenden Melde (Chenopodium album) bedeckt und diese durch Treten in die Oberfläche der Haut eingedrückt. Man läßt die Häute trocknen und nimmt mit einem Messer die durch das Eindrücken der Körner entstandenen Erhöhungen hinweg. In Wasser eingeweicht, gehen die Körner aus der Haut und lassen auf der einen Seite kleine Grübchen, auf der anderen kleine Erhöhungen zurück. Darauf erfolgt das Gerben. Die beliebte meergrüne Farbe ertheilt man dem Chagrin durch Kupferfeile und Salmiak.

Die Fischhaut oder der Fischhautchagrin kommt von verschiedenen Arten der Haifische, Rochen u. s. w. Die Haut dieser Fische ist nicht mit Schuppen, sondern mit harten Stacheln besetzt. Sobald die Häute von den Thieren abgezogen worden sind, spannt man dieselben straff auf, um sie zu trocknen und schleift dann die Stacheln mit Sandsteinen ab. Man benutzte die Fischhaut früher häufig zum Schleifen des Holzes. Jetzt giebt man zu diesem Zwecke dem Bimsstein und dem Sandpapier den Vorzug.

Weißgerberei. Die Weiß- oder Alaungerberei unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Lohgerberei, daß keine gerbsäurehaltige Substanz, sondern eine Thonerdeverbindung angewendet wird. Man benutzt Kalb-, Schaf-, Lamm- und Ziegenfelle, mitunter auch Ochsen-, Kuh- und Roßhäute. Man unterscheidet gemeine, französische und ungarische Weißgerberei. Bei der ersteren behandelt man die Felle nach der oben angegebenen Methode und bringt die zubereiteten Felle in die Gerbebrühe, die für je 10

Felle (ein Decher) aus $1^1/_2$ Pfund Alaun, $^1/_2$ Pfund Kochsalz und $12^1/_2$ Pfund Wasser besteht. Durch diese Brühe zieht man jedes Fell mehrere Mal hindurch, bis es vollständig mit der Brühe getränkt ist. Darauf schlägt man die Felle zusammen und legt sie einige Tage lang in ein Faß, in welchem sie weißgahr werden. Nach dem Trocknen werden die gahren Felle vermittelst der Stolle, einer stumpfen halb kreisrunden Scheibe appretirt. Bei der französischen oder erlanger Weißgerberei, durch welche vorzüglich Leder zu Handschuhen dargestellt wird, verarbeitet man Gemsen-, Ziegen- und Lämmerfelle, die erst mit einer Beize von Hundekoth, dann mit einer Kleienbeize vorbereitet und dann mit Gerbebrei gahr gemacht werden. Der Gerbebrei besteht aus einer Lösung von Alaun, Kochsalz und Weinstein, die mit Eidotter und Olivenöl zusammengeschlagen wird. Mit diesem Brei werden die Häute gewalkt, dann getrocknet und appretirt. Der Zusatz von Eiweiß und Oel bewirkt, daß die Häute weicher und geschmeidiger werden. Die ungarische Weißgerberei unterscheidet sich von den beiden vorstehenden Arten dadurch, daß in ihr auch Ochsen-, Kuh- und Roßhäute gegerbt werden. Man nimmt das Enthaaren nicht durch Einweichen in Kalk oder Schwitzen, sondern vermittelst eines Messers vor und bringt darauf die Häute in die Alaunbrühe, in welcher sie 8 Tage lang liegen bleiben. Die trocknen Häute werden sodann mit geschmolzenem Talg getränkt. Das auf diese Weise erhaltene Leder wird in der Riemerei benutzt.

Theorie der Weißgerberei. — Eine genaue Theorie der Weißgerberei ist noch nicht aufgestellt worden; da man aber weiß, daß schwefelsaure Thonerde und Kochsalz sich zersetzen in Chloraluminium und schwefelsaures Natron ($Al_2O_3, 3SO_3 + 3ClNa = Al_2Cl_3 + 3NaO, SO_3$), so nimmt man an, daß das Chloraluminium als basisches Salz (als Oxychlorid) sich mit der Haut zu einem unlöslichen Körper verbindet und auf diese Weise das Gerben bewirkt. Da das schwefelsaure Kali des Alauns unverändert bleibt, so möchte es wegen des billigen Preises der schwefelsauren Thonerde anzurathen sein, diese anstatt des Alauns in der Weißgerberei anzuwenden.

Sämischgerberei. Die Sämisch- oder Oelgerberei liefert waschbares Leder (sämischgahres oder Waschleder). Die Felle (Wildhäute, Schaf-, Ziegen-, Lämmerfelle) werden wie bei der Weißgerberei vorbereitet, d. h. sie werden mit Kalk enthaart, die obere Haut wird der Narben beraubt, wieder in Kalk, dann in eine Kleienbeize gebracht und dann mit Thran gegerbt. Hat sich der Thran gehörig mit der Faser verbunden, so wird das über-

schüssige Oel durch eine verdünnte Potaschen- oder Sodalösung entfernt. Die Häute werden darauf getrocknet.

Pergamentgerberei. Die Pergamentgerberei verarbeitet Kalb-, Schaf- und Ziegenfelle, Esels- und Schweinehäute, die zuerst auf die gewöhnliche Weise vorbereitet, darauf nach dem Kalken in Rahmen eingespannt und mit Kreidepulver bestreut werden. Dieses Pulver wird mit Bimsstein eingerieben und die überschüssige Kreide mit einem Hammelfell abgerieben. Das zum Schreiben bestimmte Pergament (Schreibpergament) erhält durch Schaben mit einem Eisen eine rauhe Oberfläche. Das narbige Pergament, das zum Einbinden von Büchern bestimmt ist, wird auf der Haarseite genarbt, auf der Fleischseite aber mit Kreide bestrichen. Häufig wird auch Pergament aus Leinwand oder Papier, welchem man mit Bleiweiß, Gyps und Kalkpulver und Leimwasser einen Grund giebt und diesen mit Oelfirniß überzieht, nachgemacht. Das Steinpergament, aus welchem man die künstlichen Schiefertafeln fabricirt, besteht aus Dünnpappe, Papier, Zink- oder Eisenblech, welche Körper mit einem Gemenge von feinem Sand, Ruß und Leinölfirniß oder Schieferpulver, Ruß und Leimwasser überzogen sind. Die mit Hülfe von Leimwasser hergestellten Tafeln werden wiederholt mit Galläpfelabkochung überstrichen, wodurch der Leim in Wasser unlöslich wird.

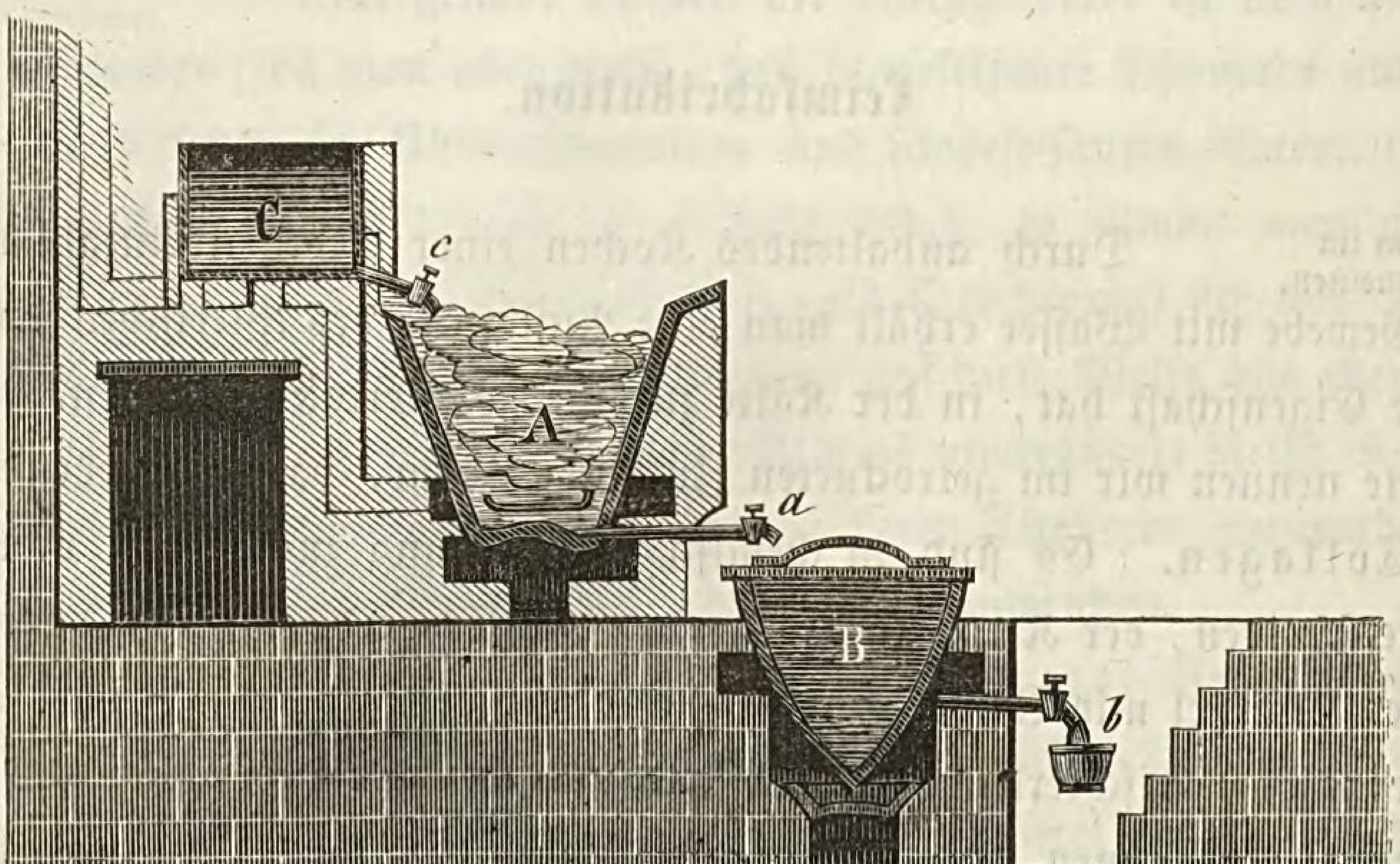
Leimfabrikation.

Leim im Allgemeinen. Durch anhaltendes Kochen einer gewissen Anzahl thierischer Gewebe mit Wasser erhält man eine Auflösung des thierischen Stoffes, der die Eigenschaft hat, in der Kälte zu einer Gallerte zu gestehen. Diese Gallerte nennen wir im getrockneten Zustande Leim, das leimgebende Gewebe Collagen. Es sind in chemischer Beziehung zwei Arten von Leim zu unterscheiden, der Knorpelleim oder das Chondrin, das durch Kochen der Knorpel mit Wasser entsteht, und der eigentliche Leim, Knochenleim oder Tischlerleim, der sich durch Kochen der Lederhaut, des Zellgewebes, der Sehnen und Knochen mit Wasser bildet. In gewerblicher Beziehung ist zwischen diesen beiden Leimarten kein Unterschied zu machen. In Bezug auf die Farbe, Klebkraft und Geruch unterscheidet man Leim aus Hautabfällen, Knochenleim und Fischleim.

Darstellung des Leims aus Abfällen von Haut u. s. w.

In den frühesten Zeiten schon wendete man Abfälle von Häuten u. s. w. zur Darstellung des Leimes an. Wenn die zur Leimfabrikation bestimmten Substanzen wie Hasen- und Kaninchenfelle, Rindsfüße, Pergamentschnitzel, Häute in denen Indigo und andere Droguen in den Handel kommen (Suronen genannt) ꝛc. nicht sogleich angewendet werden, so muß man dieselben einige Wochen lang in Kalkmilch einweichen, sie dann abtröpfeln lassen und in freier Luft trocknen. Dadurch bezweckt man die Auflösung des Blutes und anderer Stoffe, die besonders leicht in Fäulniß übergehen können. Vor dem Leimsieden werden die leimgebenden Körper in Wasser eingeweicht, das mit Schwefelsäure angesäuert worden ist, und unmittelbar darauf in den Kessel gebracht, derselbe bis zu zwei Drittel mit Regenwasser angefüllt und letzteres ganz allmälig bis zum Sieden erhitzt. Während des Siedens wird umgerührt, damit der Leim am Boden des Kessels nicht anbrenne, und der auf der Oberfläche sich ausscheidende Schaum abgeschöpft. Wenn eine herausgenommene Probe nach dem Erkalten zu einer Gallerte erstarrt, ist die Operation des Kochens beendigt und man läßt die Flüssigkeit durch einen am Boden des Kessels befindlichen Hahn durch ein Drahtsieb in einen hölzernen Kessel fließen und einige Zeit lang zur Klärung darin stehen. Sehr vortheilhaft bedient man

Fig. 101.



sich zum Leimsieden des in vorstehender Figur (Fig. 101) abgebildeten Apparates, der aus drei treppenförmig neben einander aufgestellten Kesseln

besteht. Der mittlere Kessel A dient zum Auskochen der leimgebenden Substanzen und wird durch freies Feuer geheizt. Nach hinlänglicher Concentration der Abkochung wird dieselbe durch den Hahn a in den Kessel B gelassen, der durch ein Wasserbad geheizt wird. In diesem Kessel bleibt die Flüssigkeit einige Stunden lang, damit sie sich kläre; darauf wird sie durch den Hahn b in den Formkasten gebracht. In dem Kessel C wird fortwährend Wasser erwärmt, das zum Ersetzen des in A verdampften Wassers dient.

Trocknen des Leims. Die Formkasten sind gewöhnlich von Kiefernholz. Nach 11—24 Stunden ist der Leim in den Formen erkaltet. Man löst ihn dann mittelst eines Messers von der Form los und zertheilt ihn mit einer Art Säge oder mit einem Drahte in Streifen, die auf Horden getrocknet werden. Der Leim bindet um so besser, je kürzere Zeit er gekocht wurde. Um hellen Leim zu erhalten, schlagen einige Leimsieder vor, nach dem Klären etwas Kalkwasser, Alaun oder Kochsalz zuzusetzen.

Leim aus Knochen. Die Knochen, aus denen das feste Gerüst des thierischen Körpers besteht, sind aus zwei Hauptbestandtheilen, einer organischen Substanz, dem Knochenknorpel, und einem unorganischen Theile, der Knochenerde, zusammengesetzt. Nach Berzelius bestehen Menschen- (a) und Ochsenknochen (b) in 100 Th. aus:

	a.	b.
Knorpel (in Wasser löslich)	32,17	33,30
Gefäßen	1,13	
Phosphorsaurer Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53,04	57,35
Kohlensaurer Kalkerde	11,30	3,85
Phosphorsaurer Talkerde	1,16	2,05
Natron und etwas Kochsalz	1,20	3,45
	100,00	100,00

Die Knochenerde ist in Salzsäure auflöslich. Wenn daher Knochen mit dieser Säure behandelt werden, so wird die Masse durchscheinend und weich, bis endlich nur der Knorpel allein zurückbleibt. Beim Kochen verwandelt sich derselbe in Leimlösung, die durch suspendirtes Fett und Gefäßhäute trübe erscheint. — Wegen des Fettgehaltes der Knochen, der bis zu 5 Proc. betragen kann, werden die Knochen vor dem Behandeln mit Salzsäure mit Wasser ausgekocht, wodurch sich das Fett auf der Oberfläche ausscheidet, das als Knochenöl (Klauenfett) zum Schmieren der Maschinen

und zur Fabrikation von Seife Anwendung findet. — Die ausgekochten und zerkleinerten Knochen werden darauf in einem Bottich mit Salzsäure übergossen, die mit der 3—4fachen Menge Wasser verdünnt worden ist. Nach ungefähr 8 Tagen werden die Knochen aus der Flüssigkeit entfernt, gewaschen, getrocknet und darauf in Kesseln bei einer Temperatur, die 100^{0} nicht übersteigt, auf die oben angegebene Weise in Leim verwandelt. Die zurückbleibende saure Flüssigkeit wird zur Phosphor- und Salmiakfabrikation angewendet; zu diesem Behufe neutralisirt man sie mit kohlensaurem Ammoniak, es fällt phosphorsaurer Kalk zu Boden, während Salmiak in Lösung bleibt. — Der zum Nahrungsmittel bestimmte Leim, die Gélatine alimentaire der Franzosen, wird aus Knochen durch Behandeln derselben im Papinian'schen Digestor erhalten. Man wendet dazu entfettete frische Rinds-, Schöpsen- oder Kalbsknochen an. Die Idee, die Gallerte der Knochen als Nahrungsmittel anzuwenden, ging von Papin aus; zur Zeit der ersten französischen Revolution aber wurde Papin's Vorschlag erst wieder aufgenommen. Man wünschte den Armen um billigen Preis eine nahrhafte Kost zu stellen. Männer wie Proust, d'Arcet empfahlen die Knochen, und man ging sogar so weit zu behaupten, daß man die Knochen für von der Natur gefertigte Suppentafeln erklärte. Hierher gehört auch die bekannte sog. Rumford'sche Armensuppe, die ein treffliches Nahrungsmittel der Armen zur Zeit der Theurung abgeben sollte. Die in Hospitälern und Invalidenhäusern eingeführten Zubereitungen, wurden bald wieder aufgegeben. Neuere Untersuchungen haben nachgewiesen, daß die Ansicht, als sei Gallerte ein vorzügliches Nahrungsmittel, eine sehr irrige ist, da die Nahrungsfähigkeit der thierischen Gallerte kaum in Betracht gezogen werden kann. — Eben so unzweckmäßig sind die sogenannten Suppen- oder Bouillontafeln, die nicht aus Fleisch gemacht sind und aus mehr oder weniger reinem Leim bestehen, der sich von dem Knochenleim nur durch seinen hohen Preis unterscheidet. Die wirksamen Bestandtheile des Fleisches (s. unten) lassen sich natürlich nicht durch Leim ersetzen.

Ein im Handel vorkommender, weißer, ganz durchsichtiger Leim, die Gallerte (Grénétine), die aus den feineren Sorten der bei der Lederfabrikation entstehenden Abfälle der Häute gesotten wird, dient zur Appretur von Zeugen, zur Fabrikation von durchsichtigen Oblaten, Glaspapier, zum Ueberziehen von Pillen und zu Kapseln für übelschmeckende Arzneien wie Copaivabalsam, Leberthran u. s. w.

Leim aus Hausenblase. Die weißeste Sorte Leim erhält man aus den häutigen und zellenartigen Theilen einiger Fische, namentlich der Schwimmblase des Hausens (Accipenser Huso) und des Störs (A. Sturio). Den Fischleim oder die Hausenblase stellt man dar, indem man die Schwimmblasen dieser Fische zuerst in reinem Wasser und dann in Kalkwasser einweicht, um sie von Blut und andern fremdartigen Theilen zu reinigen, sie dann zu langen Streifen ausrollt und diese zu Bügeln biegt oder zu Blättern ausplattet. Außer zum Leim dient die Hausenblase zur Bereitung der Perlenessenz (s. Seite 87), von Kitt für Glas und Porcellan (s. Seite 386), zum Appretiren der Zeuge, und zum Klären von Wein und Bier (s. Seite 328). In England und Frankreich wird sie häufig in Gestalt von Gelée als Nahrungsmittel angewendet. Eine ganz andere, interessante Anwendung der Hausenblase ist folgende: Man taucht Drahtgitter in eine klare Hausenblasenlösung, wodurch in einer jeden der Maschen ein feines Häutchen hervorgebracht wird, so daß nach dem Trocknen das Ganze einer Glasscheibe gleicht. Man überzieht darauf das Gitter auf beiden Seiten mit einem Harzfirniß, um die Hausenblase gegen Feuchtigkeit zu schützen. In Frankreich ist gegenwärtig auf allen Seearsenalen dieses mit Hausenblase überzogene Drahtgeflechte anstatt des früher angewendeten Horns eingeführt worden. Eine Hausenblasenlösung auf Taffet gestrichen, bildet das englische Pflaster, auf Spiegelglas zu einer dünnen, durchsichtigen, biegsamen Platte eingetrocknet, die Leimfolie. — Die unter dem Namen ostindische Hausenblase in der neuesten Zeit in den Handel gekommene Substanz scheint die eingetrockneten Eier einer großen Schlange zu sein.

Anwendung des gewöhnlichen Leims. Der Leim wird sehr mannigfaltig angewendet, am gewöhnlichsten benutzt man ihn zum Zusammenkleben von Holz und Papier, mit Zuckersyrup eingedampft liefert er das Material zu den Auftragewalzen der Buchdrucker und den bekannten Pygmäengesichtern; er wird ferner angewendet zum Klären von Wein, zum Leimen des Papieres u. s. w.

Mundleim. Der Mundleim wird aus gewöhnlichem Leim, Zucker und einigen Tropfen eines wohlriechenden Oeles dargestellt.

Vogelleim. Der Vogelleim, der auf Leimruthen gestrichen, zum Fangen der Vögel dient, wird dargestellt entweder durch Auskochen der Misteln (Viscum) oder der Stechpalmrinde (Ilex aquifolium) und Versetzen der bis zu einem zähen Leim abgedampften Flüssigkeit mit etwas Schuster-

pech, oder durch Einkochen von Leinöl, oder durch Vermischen einer möglichst concentrirten Leimlösung mit Chlorzink.

Phosphorfabrikation.

Phosphorfabrikation. Der Phosphor findet sich in der Natur an Sauerstoff gebunden als Phosphorsäure überaus häufig. Geringe Mengen von Phosphorsäure lassen sich durch empfindliche Reagentien fast in jedem Mineral nachweisen. In größerer Menge findet sie sich in den Mineralien Apatit, Grünbleierz, im Vivianit und vielen Eisenerzen. Indem diese Mineralien verwittern, geben sie der pflanzentragenden Erdoberfläche, der Ackerkrume, die nothwendige Phosphorsäure, welche den Pflanzen als Nahrungsmittel zugeführt wird. Die Phosphorsäure häuft sich hauptsächlich in den Samenkörnern der Vegetabilien an. Aus den Pflanzen gelangt die Phosphorsäure in den Thierkörper, zu dessen Existenz sie unumgänglich nothwendig ist, da das Gerüste des Körpers, wie schon erwähnt, als hauptsächlichsten Bestandtheil phosphorsauren Kalk enthält. Da der Phosphor in der unorganischen Natur zwar sehr häufig, aber nie in großer Menge angehäuft vorkommt, so benutzt man diejenigen Substanzen der organischen Welt, in welchen der Phosphor von der Natur aufgespeichert worden ist — nämlich die Knochen. Nur der Umstand, daß die Pflanzen und Thiere dem Fabrikanten vorarbeiten, macht es möglich, den Phosphor so wohlfeil darzustellen, als es wirklich geschieht. Wie wir oben gesehen haben, bestehen die Knochen ungefähr aus $^1/_3$ organischer und aus $^2/_3$ unorganischer Substanz. Wenn wir Knochen längere Zeit glühen, so verbrennen die organischen Bestandtheile und es bleiben die unorganischen Körper, beinahe weiß von Farbe, in der Form der Knochen zurück. Man bezeichnet diese weiße Masse mit dem Namen Knochenerde, Knochenasche. Die Darstellung derselben

Darstellung der Knochenasche. ist die erste Operation der Phosphorfabrikation. Zu diesem Zwecke calcinirt man die Knochen in einem Ofen, der einem zum Kalkbrennen angewendeten ähnlich ist. In großen Phosphorfabriken benutzt man einen Ofen mit ununterbrochenem Gange (siehe Seite 107), der so construirt ist, daß die im Anfange der Calcination sich entwickelnden übelriechenden Dämpfe nicht ins Freie gelangen, sondern im Ofen verbrennen. Die zurückbleibende Knochenasche besteht aus ungefähr 80 Th. phosphor-

saurem Kalk ($PO_5 + 3\ CaO$), 16—18 Th. kohlensaurem Kalk und 2—4 Th. Sand, Thon, Kochsalz u. s. w. Die calcinirten Knochen werden sodann durch aufrecht stehende rollende Mühlsteine gemahlen und gesiebt. Um aus der Knochenasche den Phosphor möglichst zu concentriren, scheidet man den größten Theil des Kalkes durch Schwefelsäure ab. Dies geschieht, indem man in ein Gemenge von 17 Th. concentrirter Schwefelsäure und 100 Th. siedenden Wassers, 40 Th. Knochenpulver einträgt. Es findet dabei ein lebhaftes Aufbrausen statt. Um die Zersetzung zu befördern, wird die Masse von Zeit zu Zeit umgerührt und nach beendigter Reaction 8 — 10 Stunden lang absetzen gelassen. Darauf läßt man die Flüssigkeit auf Filter und von dort in die Abdampfgefäße laufen. Die Zersetzung geht auf folgende Weise vor sich: Durch Uebergießen des Knochenpulvers, das, wenn wir von den übrigen unwesentlichen Bestandtheilen absehen, die Formel $PO_5 + 3\ CaO$ hat, mit Schwefelsäure, bildet sich Gyps und saurer phosphorsaurer Kalk, denn:

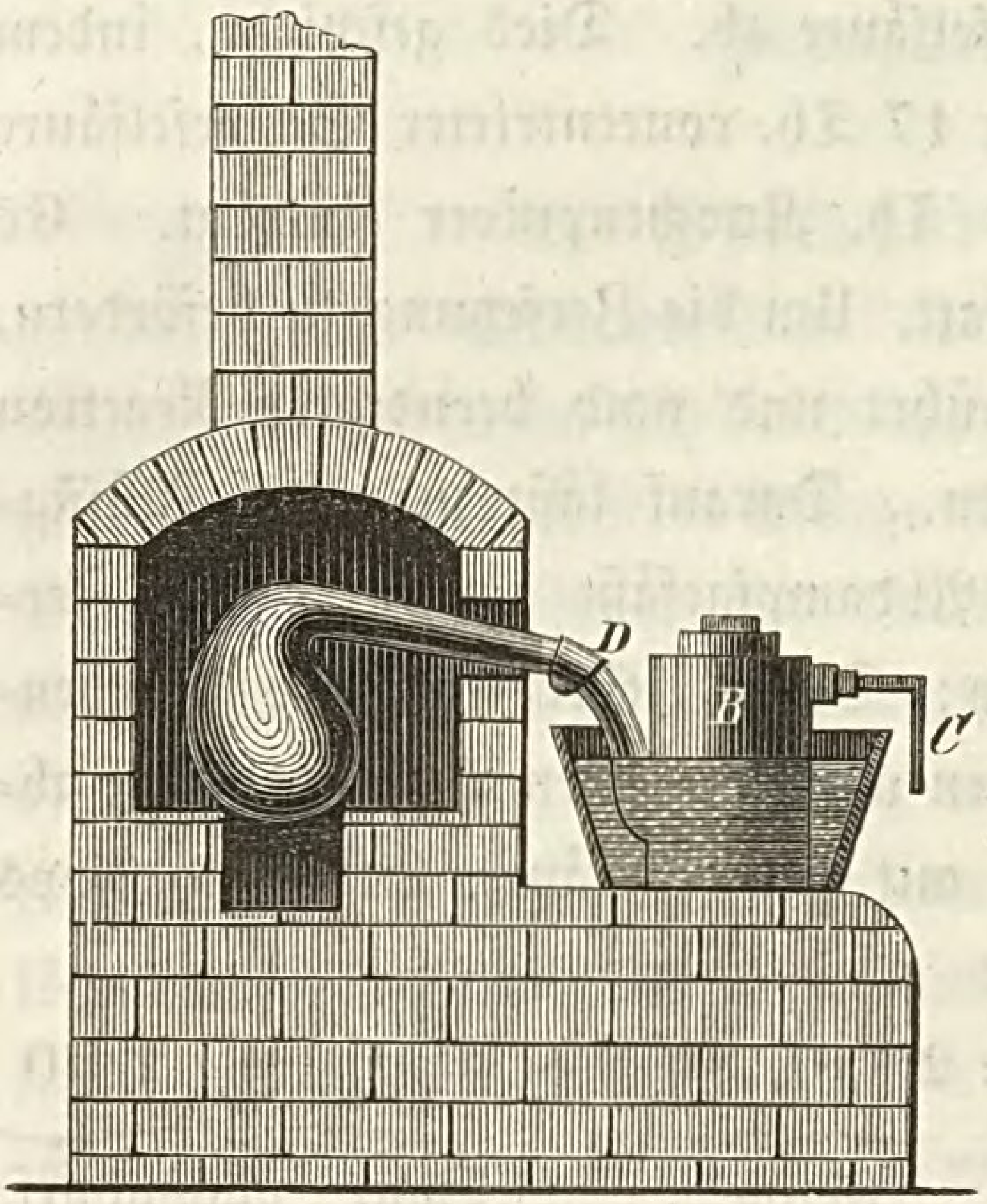
Zersetzung der Knochenasche.

$$\underbrace{(PO_5 + 3\ CaO)}_{\text{Knochenerde.}} + 2\ SO_3, HO = \underbrace{2\ CaO, SO_3}_{\text{Gyps.}} + \underbrace{CaO, PO_5, 2\ HO}_{\text{Saur. phosphorf. Kalk.}}$$

Der Gyps bleibt ungelöst zurück, während die Lösung des sauren phosphorsauren Kalkes abgegossen wird. Diese Lösung wird entweder durch leinene Säcke filtrirt oder durch Absetzenlassen von dem darin suspendirten Gypse befreit. Eben so wird der in dem Zersetzungsgefäß befindliche Gyps wiederholt ausgewaschen. Die vereinigten Flüssigkeiten werden sodann in bleiernen Abdampfgefäßen bis zur Syrupsconsistenz abgedampft, der Syrup mit 20 Proc. feiner Holzkohle gemischt und in gußeisernen Kesseln unter fortwährendem Umrühren zur Trockne gebracht, um das basische Wasser des sauren phosphorsauren Kalkes möglichst vollständig zu entfernen. Die trockne Masse besteht mithin aus saurem phosphorsauren Kalk (CaO, PO_5) und Kohle. Behufs der Phosphorgewinnung wird dieselbe stark erhitzt. Das Erhitzen geht in Retorten aus gutem feuerfesten Thon vor sich, die sich in einem Ofen befinden (siehe umstehende Fig. 102), in welchem sie einer starken Rothglühhitze ausgesetzt werden. Gewöhnlich stehen in einem Flammenofen fünf Retorten (siehe umstehende Fig. 103) neben einander, die ungefähr bis zu 3/4 mit dem Gemenge angefüllt sind. Der Hals der Retorte führt in ein gebogenes, kupfernes Rohr D und letzteres in ein

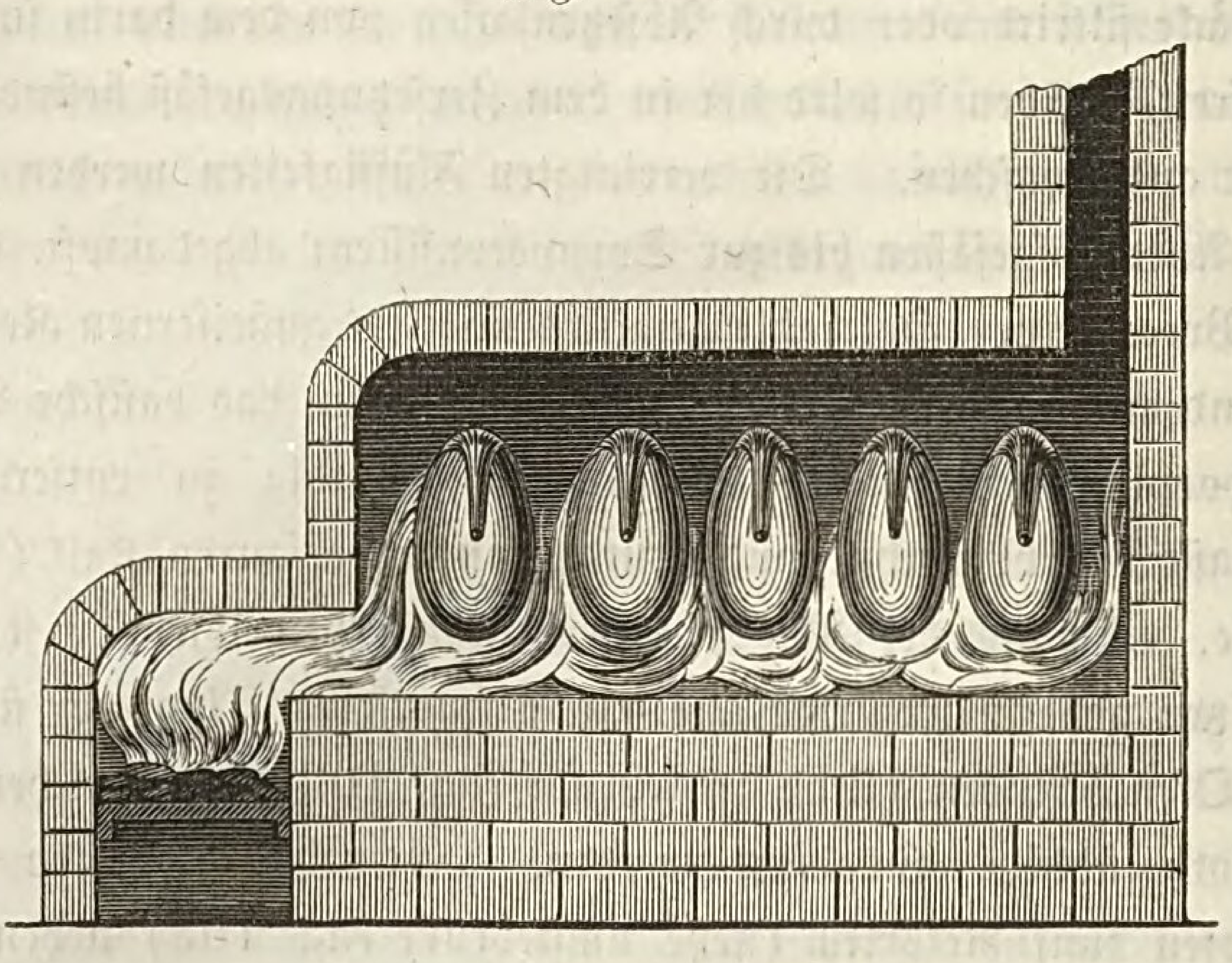
kupfernes Gefäß mit Wasser B, in welchem sich eine Röhre C zum Ableiten der Gasarten befindet. Alle Fugen müssen sorgfältig lutirt werden. Während des Erhitzens entwickeln sich zuerst Wasserdämpfe, dann Sumpfgas und Kohlenoxyd, später, wenn die Phosphorsäure durch die Kohle zersetzt wird, erzeugt sich neben dem Kohlenoxyd Phosphorwasserstoffgas, das an der Mündung des Ableitungsrohres verbrennt und weiße Dämpfe bildet. An der Bildung dieser letzteren erkennt man, daß der Phosphor überzudestilliren beginnt. Nach ungefähr 60 Stunden ist die Operation beendigt. Sucht man sich den Vorgang stöchiometrisch zu verdeutlichen, so kann dazu, wenn man von der Erzeugung des Phosphorwasserstoffs und des Sumpfgases absieht, folgende Gleichung dienen:

Fig. 102.



$$3\,(CaO,\,PO_5) + 10\,C = PO_5,\,3\,CaO + 2\,P + 10\,CO.$$

Fig. 103.



Man erhält, wie aus dieser Gleichung hervorgeht, nur $^2/_3$ des in dem sauren phosphorsauren Kalke enthaltenen Phosphors, indem $^1/_3$ des

Phosphors in der Retorte in der Form von basisch phosphorsaurem Kalk zurückbleibt, welche Verbindung durch Kohle nicht zersetzt wird.

Reinigung und Formen des Phosphors.

Der in dem Wasser der Vorlage enthaltene Phosphor ist nicht rein, sondern enthält Kohle, rothen Phosphor und andere fremde Substanzen; um ihn von diesen Körpern zu befreien, schmilzt man denselben unter Wasser, das bis auf 60° erhitzt worden ist, bringt die erkaltete Masse in Sämischleder, taucht von Neuem in heißes Wasser und preßt den Phosphor durch das Leder hindurch. In neuerer Zeit reinigt man den Phosphor durch Filtration über gröblich gepulverte Thierkohle. Zu diesem Zwecke breitet man die Kohle in dem Gefäß A (Fig. 104) auf dem durchlöcherten Boden einige Zoll hoch aus, und füllt das Gefäß zu $^2/_3$ mit Wasser, dessen Temperatur durch das Wasserbad B auf 60° erhalten wird. Der in das Gefäß A gebrachte Phosphor schmilzt, filtrirt durch die Kohle und fließt durch den Hahn C und das Rohr E (Fig. 105) in das Gefäß F, das mit Wasser gefüllt und durch das Wasserbad G erwärmt wird; der Boden dieses Gefäßes ist kugelförmig. Bei H befindet sich ein mit Sämischleder bedeckter durchlöcherter Boden, durch welchen der geschmolzene Phosphor vermittelst Wasserdruck gepreßt wird. Der Phosphor fließt durch den Hahn I ab. In einigen Fabriken reinigt man den Phosphor durch Destillation aus Retorten von Gußeisen, deren Hälse etwas unter Wasser tauchen. Um ihn bequemer handhaben zu können, bringt man den Phosphor gewöhnlich in Stangenform in den Handel. Zu diesem Zweck ließ man früher den Phosphor unter Wasser schmelzen und saugte denselben in Glasröhren auf; diese Röhren wurden dann verstopft in kaltes Wasser gebracht und der erstarrte Phosphor heraus gestoßen. Jetzt bedient man sich allgemein zum Formen des Phosphors des Seubert'schen Apparates (siehe umstehende Fig. 106). Derselbe besteht aus dem kupfernen Kessel A, mit welchem die Röhre D verbunden ist, die in das mit kaltem Wasser angefüllte Reservoir C mündet.

Fig. 104.

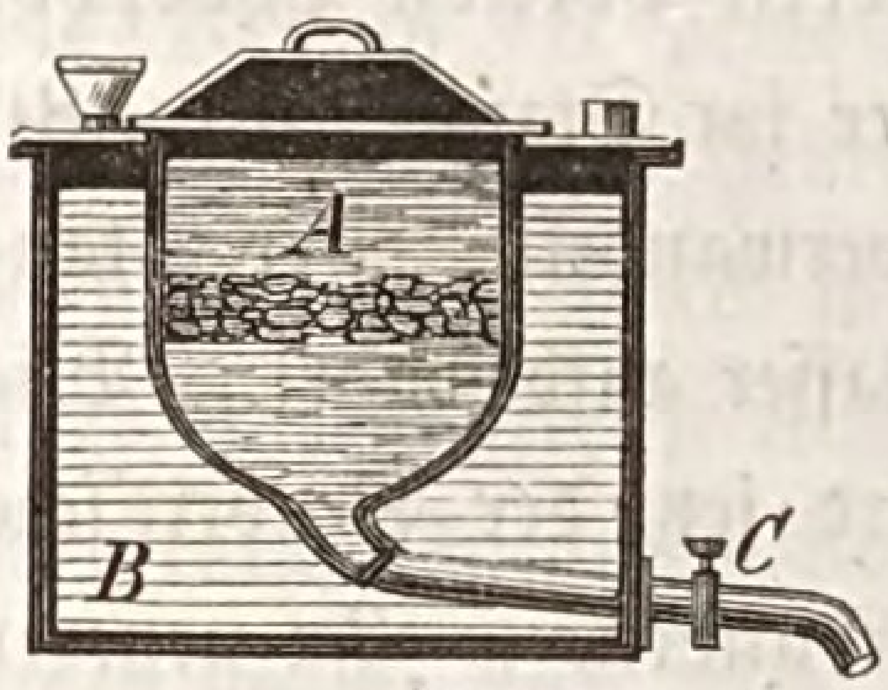
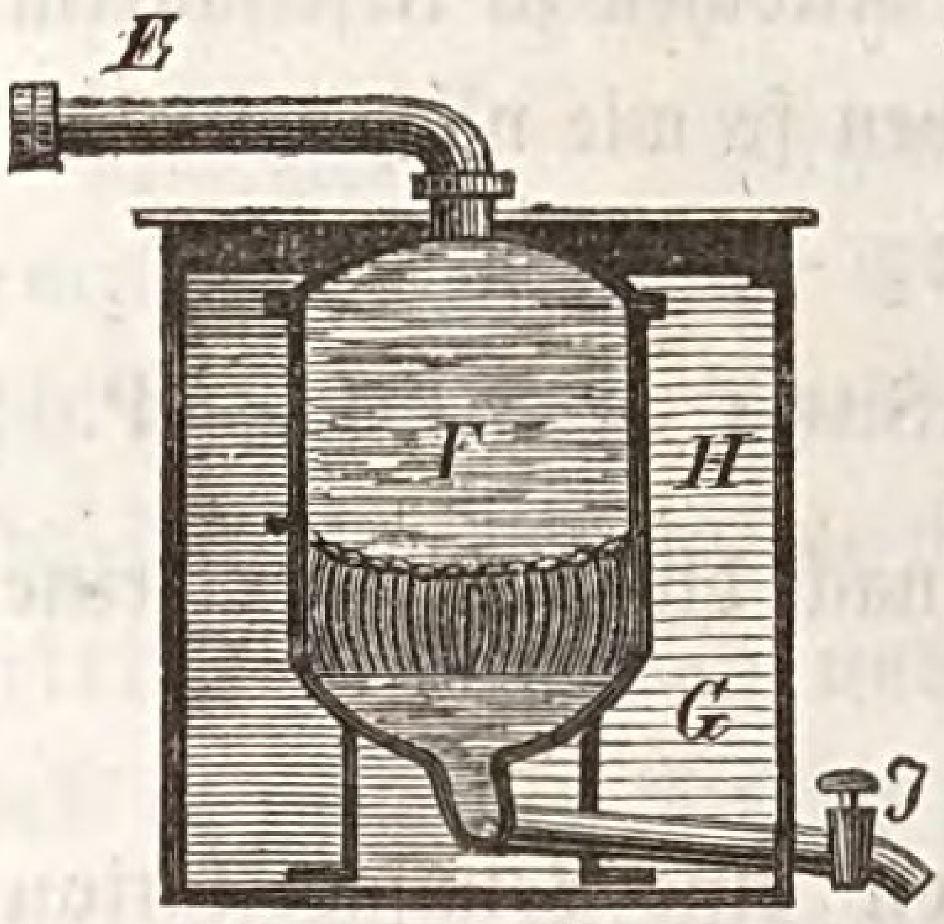
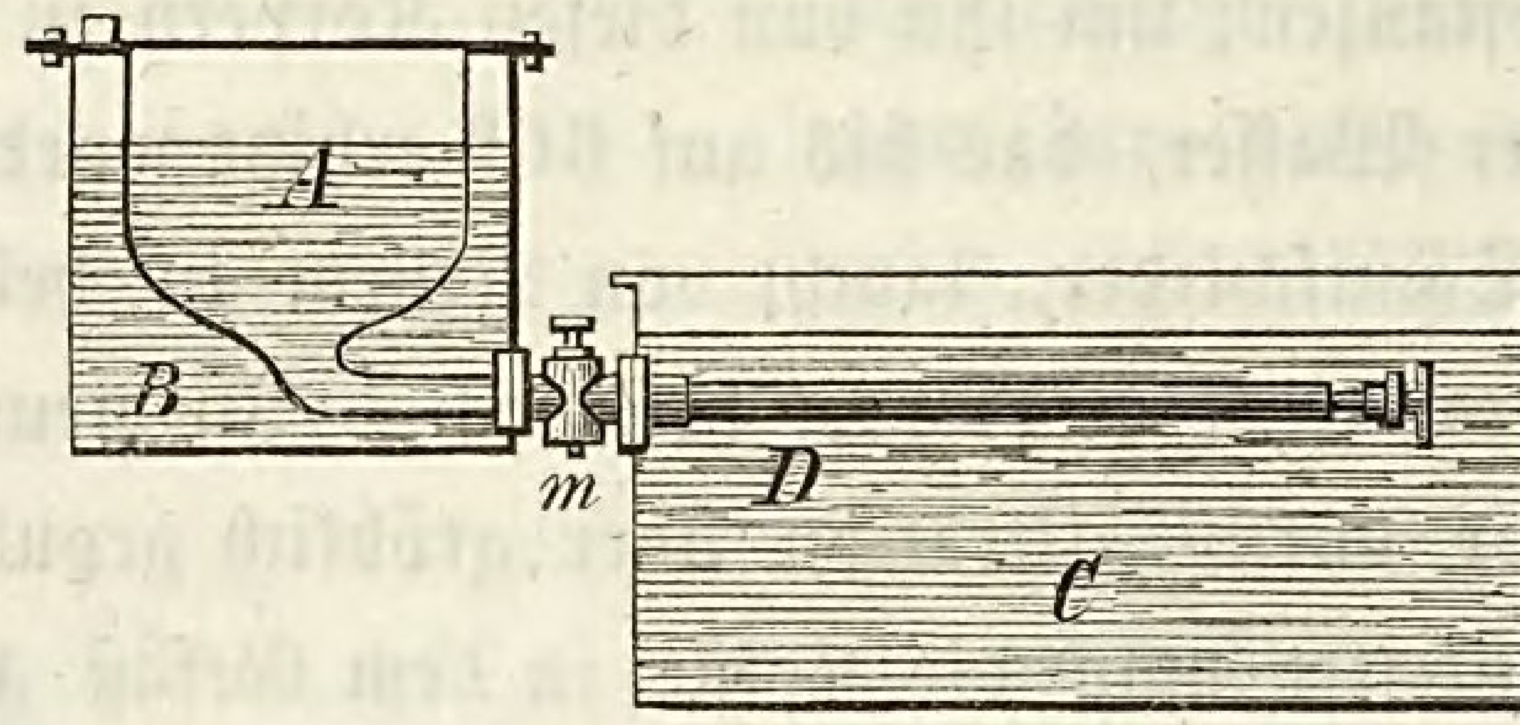


Fig. 105.



Der Kessel A, in welchem der Phosphor geschmolzen wird, wird durch das Wasserbad B geheizt. Wenn der Phosphor geschmolzen ist, öffnet man den

Fig. 106.



Hahn m, der Phosphor fließt in die Röhre D und erstarrt daselbst zu einer Stange, die heraus genommen wird, um einer andern Portion Phosphor Platz zu machen. Auf diese Weise ist ein Arbeiter im Stande, 60—80 Pfund Phosphor in einer Stunde in Stangen zu verwandeln. Der Stangenphosphor wird vor dem Lichte geschützt unter Wasser aufbewahrt. Wie aus den vorstehenden Zeichnungen hervorgeht, wird jetzt der Seubert'sche Apparat zweckmäßig mit dem Reinigungsapparat verbunden. — In neuerer Zeit bringt man den Phosphor in der zweckmäßigen Form von Körnern in den Handel.

Darstellung des Phosphors nach Wöhler.

Nach Wöhler soll man unmittelbar Knochenkohle (schwarzgebrannte Knochen) mit Holzkohle und Quarzsand (Kieselerde) in der Weißglühhitze zersetzen. Die in dem Quarzsand enthaltene Kieselsäure verbindet sich mit dem Kalk der Knochen zu kieselsaurem Kalk, während die frei gewordene Phosphorsäure eben so wie nach der oben angegebenen Methode durch die Kohle reducirt wird:

$$(PO_5, 3\,CaO) + 5\,C + 6\,SiO_3 = 3\,(CaO, 2\,SiO_3) + 5\,CO + P.$$

Leider ist bei der Darstellung des Phosphors nach dieser Methode eine außerordentlich hohe Temperatur erforderlich.

Darstellung des Phosphors als Nebenproduct bei der Leimfabrikation.

Ist mit der Phosphorfabrikation eine Leimfabrikation verbunden, so entzieht man den Knochen die mineralischen Bestandtheile durch Salzsäure und verarbeitet, wie Seite 406 angegeben worden ist, die zurückbleibende Masse auf Leim. Die salzsaure Lösung wird mit rohem, durch die trockne Destillation thierischer Substanzen gewonnenen kohlensauren Ammoniak neutralisirt. Es fällt Knochenerde zu

Boden, während die Lösung Salmiak enthält und behufs dessen Gewinnung abgedampft wird:

$$\underbrace{(PO_5, 3\,CaO + 3\,ClH)}_{\text{Saure Lösung.}} + \underbrace{(3\,NH_4\,O, CO_2)}_{\text{Kohlens. Ammoniak.}} = \underbrace{PO_5, 3\,CaO}_{\text{Knochenerde.}} + \underbrace{3\,NH_4\,Cl}_{\text{Salmiak.}} + 3\,HO + 3\,CO_2$$

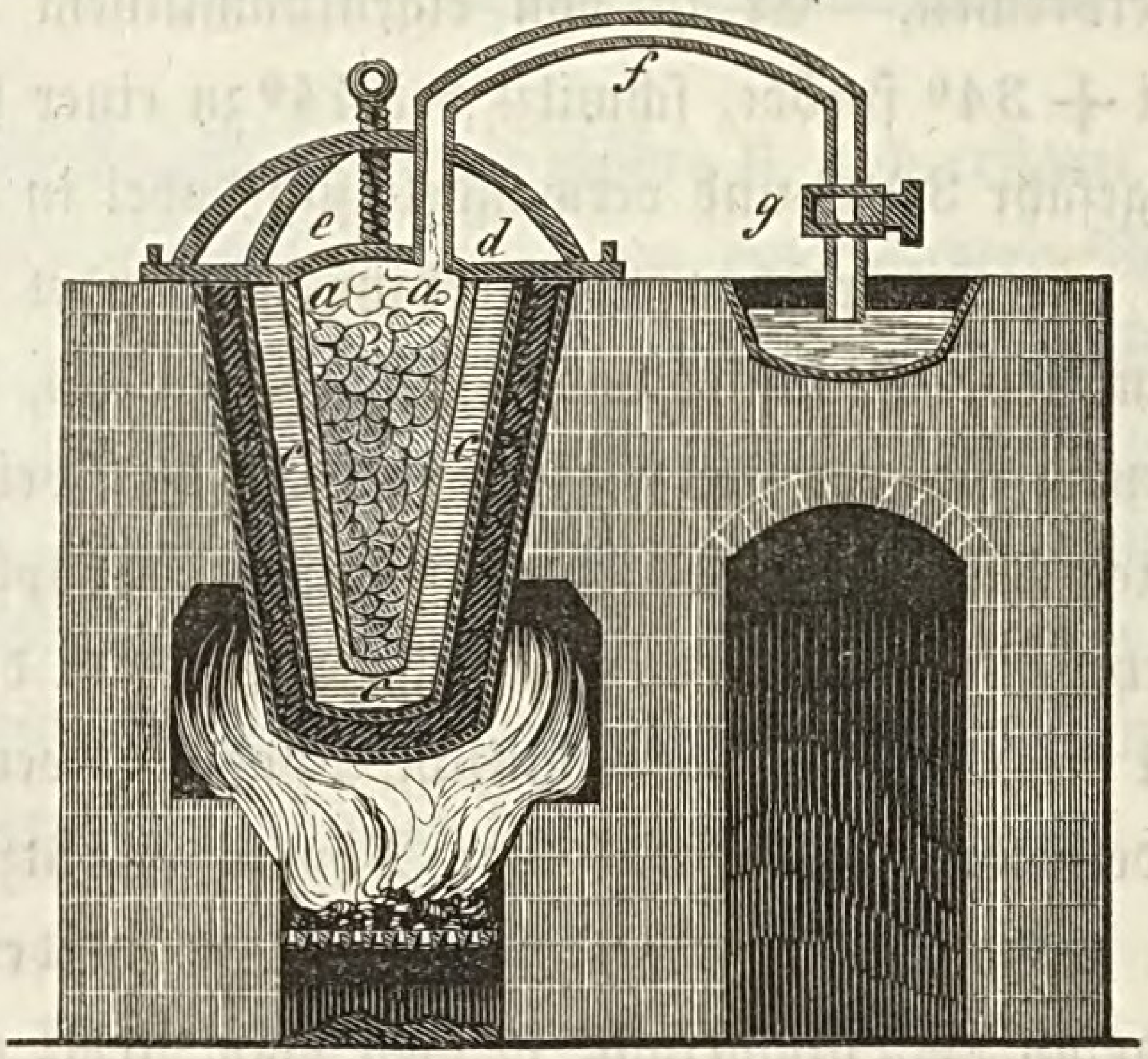
Eigenschaften des Phosphors. Der Phosphor ist ein weißer, durchscheinender Körper, der bei gewöhnlicher Temperatur sich schneiden läßt und gebogen werden kann, ohne zu zerbrechen. Er ist von eigenthümlichem knoblauchartigen Geruche, wird bei + 34° spröde, schmilzt bei 44° zu einer farblosen Flüssigkeit, siedet bei ungefähr 300° und verwandelt sich dabei in farblose Dämpfe. Bis 75° an der atmosphärischen Luft erhitzt, entzündet er sich. Wenn man ihn im geschmolzenen Zustande in kaltes Wasser bringt, so erstarrt er und wird schwarz. Durch längere Zeit fortgesetztes Erhitzen bei 240—260° in einer sauerstofffreien Atmosphäre verwandelt sich der Phosphor in ein amorphes carmoisinrothes Pulver (amorphen Phosphor), das sich beim Erhitzen an der Luft nicht wie der gewöhnliche Phosphor verhält, bei 290° aber wieder in denselben übergeht. Der Phosphor entzündet sich durch Reiben, er muß deshalb unter Wasser aufbewahrt werden. Wenn man trocknen Phosphor an die Luft bringt, so sieht man Nebel emporsteigen, die im Dunkeln eben so wie der Phosphor selbst leuchten. Dieses Leuchten entsteht nicht, wie man bisher annahm, durch eine langsame Oxydation des Phosphors, sondern nur durch ein langsames Verdunsten desselben.

Anwendung des Phosphors. Wegen seiner Eigenschaft, sich an der Luft sehr leicht zu entzünden, findet der Phosphor zur Darstellung der Reibzündhölzchen die ausgedehnteste Anwendung. Von der Fabrikation derselben wird unten bei den Feuerzeugen die Rede sein. Der Phosphor dient ferner zum Vergiften der Ratten und ist in dieser Beziehung um so schätzbarer, als er fast gänzlich das Arsenik zum Vertilgen dieser Thiere verdrängt hat. Man stellt dieses Vertilgungsmittel dar, indem man 1 Th. Phosphor unter 64 Th. bis auf ungefähr 50° erwärmtem Wasser schmilzt, darauf 64 Th. Mehl hinzusetzt und das Ganze innig mengt.

Amorpher Phosphor. Der oben erwähnte amorphe oder rothe Phosphor wird jetzt fabrikmäßig dargestellt, da er vor dem gewöhnlichen Phosphor große Vorzüge zeigt. Er ist im Allgemeinen indifferent gegen Metalloxyde,

vorzüglich gegen Mennige und kann deshalb mit dem größten Vortheil zur Verfertigung von Streichzündhölzchen angewendet werden. Er läßt sich mit Zucker rc. zusammenreiben, ohne daß eine Entzündung zu befürchten wäre, auch besitzt er die giftigen Eigenschaften des gewöhnlichen Phosphors nicht*). Man stellt ihn fabrikmäßig dar durch Erhitzen in einem Porcellangefäß a (Fig. 107), das ungefähr bis auf 5/6 mit Phosphorstückchen angefüllt ist, bis ungefähr auf 220—230°. Das Porcellangefäß steht in einem

Fig. 107.



Sandbad c, das durch ein Metallbad d erwärmt wird. Das Gefäß a ist durch einen aufgeschraubten Deckel e verschlossen. Von dem Deckel führt ein mit einem Hahn g versehenes gebogenes Rohr f in ein Gefäß mit Wasser. Durch dieses Rohr entweicht im Anfang des Erhitzens die über dem Phosphor in a befindliche Luft. Sobald dies geschehen, wird der Hahn g verschlossen und das Erhitzen fortgesetzt, bis der Phosphor vollständig in ein rothes Pulver übergeführt worden ist. Der rothe Phosphor wird sodann gesiebt und mit Wasser ausgewaschen.

---

*) Der gewöhnliche Phosphor, so wie der amorphe werden völlig arsenikfrei in der Fabrik der Herren Riemann und Graf zu Altenburg bei München dargestellt.

Knochenkohle.

Knochenkohle. Die Knochenkohle oder das Beinschwarz erhält man durch Verkohlen von Knochen. Die große Anwendung dieser Substanz in der Zuckerfabrikation macht sie zu einer sehr wichtigen. Wenn man Knochen vor dem Zutritt der Luft geschützt, glüht, so zersetzt sich die organische Substanz und der Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff verflüchtigen sich mit einem Theile des Kohlenstoffs als brenzliche Oele, namentlich aber als kohlensaures Ammoniak. Als Rückstand bleibt eine schwarze Masse, die noch vollkommen die Knochenstructur beibehalten hat.

Darstellung der Knochenkohle. Ehe man die Knochen verkohlt, müssen dieselben zur Entfernung des Fettes mit Wasser ausgekocht und getrocknet werden. Das so erhaltene Fett giebt ein werthvolles Nebenproduct der Knochenkohlefabrikation ab. Man verkohlt die Knochen entweder auf die Weise, daß man die flüchtigen Producte dabei auffängt, oder daß man dieselben verbrennen läßt. Im ersteren Falle bringt man die Knochen in eiserne Retorten oder Cylinder, ähnlich denen, in welchen die Steinkohlen behufs der Leuchtgasfabrikation verkohlt werden, und fängt die bei der Verkohlung entweichenden Producte in Vorlagen und Kühlapparaten auf. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß man auf diese Weise eine minder entfärbende Kohle erhält, als wenn man die Knochen in Töpfen verkohlt und die flüchtigen Producte verbrennen läßt. Man benutzt daher jetzt allgemein die letztere Methode, die so ausgeführt wird, daß man eiserne Töpfe mit zerschlagenen Knochen füllt, die Töpfe über einander stürzt, die Fugen zwischen den Mündungen mit Lehm verstreicht und die Töpfe in den Brennraum eines Ofens bringt, in welchem sie durch die Flammen eines daneben liegenden Feuerraums erhitzt werden. Nach einiger Zeit entzünden sich die aus den Fugen der Töpfe austretenden Dämpfe von selbst und bewirken das fernere Verkohlen der Knochen, dessen Beendigung man an dem Aufhören der Dämpfeentwickelung erkennt. Auf diese Weise erhält man 55—60 Proc. Knochenkohle, in der die eigentliche Kohle mit fast der zehnfachen Menge ihres Gewichtes an mineralischen Bestandtheilen gemengt ist. Eine Analyse getrockneter Knochenkohle gab in 100 Theilen: 10 Th. Kohle, 84 Th. phosphorsauren und 6 Th. kohlensauren Kalk.

Die verkohlten Knochen werden durch besondere Maschinen gekörnt, wobei die Erzeugung von feinem Pulver möglichst vermieden werden muß, da die feine Knochenkohle weit weniger Werth hat, als die gekörnte.

Eigenschaften der Knochenkohle.

Die Knochenkohle hat im hohen Grade die Eigenschaft, organische und unorganische Stoffe aus Lösungen aufzunehmen. Diese merkwürdige Wirkung scheint von einer Flächenanziehung herzurühren, obgleich aber auch die Kohle chemische Verbindungen zu trennen vermag. Von der Eigenschaft, organische Stoffe in ihren Poren aufzunehmen, macht man die ausgedehnteste Anwendung zum Entfärben des Zuckersaftes in den Zuckerfabriken (vergl. Seite 284). Man vermindert die entfärbende Kraft der Kohle, wenn man derselben die unorganischen Bestandtheile durch Salzsäure entzieht, und doch ist diese Behandlung erforderlich, wenn man die Kohle zum Entfärben saurer Flüssigkeiten anwenden will.

Anstatt der Knochenkohle hat man versucht, Kohle durch Glühen von 4 Th. frischem Blut und 1 Th. gewöhnlicher Potasche, oder durch Verkohlen eines Gemenges von 100 Th. Pfeifenthon, 20 Th. Theer und 500 Th. Steinkohlenpulver erhalten, anzuwenden.

Probe der Knochenkohle.

Je größer das Entfärbungsvermögen der Knochenkohle ist, desto höher ist der Werth derselben. Es liegt deshalb in dem Interesse eines Fabrikanten, so wie in dem eines Producenten, die entfärbende Kraft einer Kohle kennen zu lernen. Dies geschieht, indem man die Kohle mit einer anderen von bekannter Qualität vergleicht. Payen schlägt dazu vor, gleiche Volumen mit gebranntem Zucker gefärbten Wassers mit gleichen Gewichtsmengen Kohle zu behandeln und die Flüssigkeiten abzufiltriren. Diejenige Kohle, welche die hellste Flüssigkeit giebt, ist demnach auch die beste Sorte. Bei der Bestimmung der relativen entfärbenden Wirkung mehrerer Kohlensorten erhielt Bussy bei gleichen Gewichtsmengen folgende Resultate:

Gewöhnliche Knochenkohle	1
Knochenkohle mit Salzsäure behandelt	1,6
Ausgezogene Knochenkohle mit kohlensaurem Kali geglüht	20
Blut mit kohlensaurem Kali geglüht	20
Blut mit kohlensaurem Kalk geglüht	20
Leim mit kohlensaurem Kali geglüht	15,5

Revivication der Knochenkohle.

Bekanntlich wird die Knochenkohle hauptsächlich zur Entfärbung des Zuckersaftes angewendet. Wenn eine gewisse Menge dieses

Saftes durch die Kohle filtrirt worden ist, so hat dieselbe ihre entfärbende Kraft verloren. Zum Theil kann das Entfärbungsvermögen durch verschiedene Mittel der Kohle wieder ertheilt werden. Diese Mittel, durch die man die Wiederbelebung (Revivication) der Kohle bezweckt, sind Glühen, Auswaschen, Gährenlassen oder die Anwendung des Wasserdampfes. Fast allgemein führt man jetzt die Wiederbelebung der Kohle so aus, daß man dieselbe erst durch Wasser von allen löslichen Theilen befreit und darauf durch Glühen die organischen Substanzen zerstört. Die gebrauchte Thierkohle läßt sich auf diese Weise 20—25 Mal wieder beleben. Diese Methode hat den Nachtheil, daß während des Glühens die organischen Substanzen nicht vollständig zerstört werden und als Kohle in den Poren der Thierkohle zurückbleiben, wodurch die entfärbende Kraft der Kohle verringert wird. Vortheilhafter ist es, die Kohle erst gähren zu lassen, dann vermittelst Wasser oder verdünnter Salzsäure auszuwaschen und zuletzt zu glühen.

Surrogate der Knochenkohle.

Als Ersatzmittel für die Knochenkohle hat man geglühten bituminösen Schiefer vorgeschlagen. Diese thonhaltige Kohle entzieht dem Zuckersafte allerdings die färbenden Substanzen, nicht aber die Kalkbestandtheile. Ein nicht unbedeutender Gehalt an Einfach-Schwefeleisen verhindert außerdem die Anwendung in der Zuckerfabrikation.

Dünger.

Die Pflanze besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, (Schwefel und Phosphor) und mineralischen Bestandtheilen. Diese Bestandtheile müssen ihr in einer bestimmten Form oder Verbindung dargeboten werden. Den Kohlenstoff entnimmt sie der in der Luft verbreiteten oder in dem Erdboden durch Verwesung humusartiger Substanz sich bildenden Kohlensäure, den Wasserstoff erhält sie aus dem Wasser, den Sauerstoff eignet sie sich aus der Kohlensäure und dem Wasser, oder aus einer dieser beiden Verbindungen an. Der Stickstoff endlich wird ihr in Form von Ammoniak, das sich ebenso wie die Kohlensäure in der Atmosphäre findet oder durch die Verwesung stickstoffhaltiger Substanzen im Boden entsteht, dargeboten. Alle Nahrungsmittel, welche die Pflanze bedarf, lassen sich eintheilen in solche, die sie aus der Luft bezieht wie die Kohlensäure, zum Theil auch das Ammoniak und das Wasser, und in solche, die aus dem

Boden in den Pflanzenorganismus gelangen. Zu den letzteren gehören die unorganischen oder mineralischen Bestandtheile. Die chemischen Verbindungen der Mineralbasen und Mineralsäuren, wie sie in der Asche der Pflanzen entweder sämmtlich zu gleicher Zeit oder mit einzelnen Ausnahmen, aber in verschiedenen Gewichtsverhältnissen auftreten, sind die folgenden:

Kohlensaurer Kalk,	Kohlensaures Kali,
Phosphorsaurer Kalk,	Kohlensaures Natron,
Kohlensaure Magnesia,	Schwefelsaures Kali,
Phosphorsaure Magnesia,	Schwefelsaures Natron,
Phosphorsaures Kali,	Chlorkalium,
Kieselsäure,	Chlornatrium,
Eisenoxyd,	Eisenoxyd.

Dünger. Indem die Pflanzen wachsen, entziehen sie dem Boden nach und nach die zu ihrer Vegetation nothwendigen mineralischen Bestandtheile, so daß endlich der Boden nicht mehr diese Bestandtheile in einer Form enthält, in welcher sie von den Pflanzen aufgenommen werden können. Man sagt dann, der Boden sei *erschöpft*. Ueberlassen wir die Ackerfläche sich selbst, so daß die derselben entsprossenden wildwachsenden Pflanzen wieder verwesen, so werden die in dem Boden enthaltenen mineralischen Körper zersetzt — man sagt, sie verwittern — und der Boden ist dann von Neuem zum Anbau von Culturpflanzen geeignet. Diese Zeit der scheinbaren Ruhe und Erholung nennt man *Brache*. Die mineralischen Körper, die aus dem Boden in die Pflanze übergegangen sind, treffen wir in der Asche der verbrannten Pflanze wieder. Nichts wäre demnach einfacher, als wenn wir durch die Analyse der Asche erfahren haben, welche Bestandtheile dem Boden entzogen worden sind, dem Boden in Gestalt von unorganischen Substanzen das wieder zu geben, was durch die Vegetation verloren ging. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß auch die Form, in welcher wir die Substanzen auf das Feld bringen, von großer Wichtigkeit ist, daß mineralische Bestandtheile allein nicht genügend sind und mit organischen gemengt sein müssen, welche letzteren die ersteren in denjenigen Zustand versetzen, in welchen sie von den Pflanzen assimilirt werden können. Außerdem hat die Erfahrung gelehrt, daß die Pflanze ihren Stickstoff nicht allein dem Ammoniak der Luft, sondern auch dem Boden entnimmt, und daß die geeigneteste Form, in welcher wir der Pflanze den Stickstoff darbieten, leicht verwesliche stick-

stoffhaltige organische Substanzen sind. Die Gegenwart von Wasser ist ebenfalls Bedingung, damit die Pflanzen wachsen. Das Erdreich muß fortwährend feucht sein. Diese Feuchtigkeit der Erde wird von derselben mehr oder weniger zurückgehalten; sie rührt theils vom Regen, theils von auf ihrer Oberfläche condensirtem Wasserdampfe her, und enthält kleine Mengen von Substanzen und löslichen Salzen aus der Erde; diese Stoffe werden dann von den Wurzeln aufgesaugt und durch dieselben den verschiedenen Theilen der Pflanze zugeführt. In Bezug auf die im Wasser unlöslichen organischen Substanzen, die sich in der Asche der Pflanzen finden, ist durch neuere Untersuchungen gelehrt worden, daß dieselben sich in kohlensäurehaltigem Wasser lösen und sich in den Pflanzen als Bestandtheil absetzen. Lassaigne hat z. B. gezeigt, daß phosphorsaurer Kalk bei gewöhnlicher Temperatur sich in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser löst.

Der erschöpfte Ackerboden kann auf zweierlei Weise wieder fruchtbar gemacht werden, 1) durch die mechanische Bearbeitung des Bodens, indem man die Ackerkrume von Zeit zu Zeit auflockert und sie dadurch mit der atmosphärischen Luft in innigere Berührung bringt, wodurch die Verwitterung und die Auflösung der Mineralbestandtheile befördert wird; 2) durch die chemische Verbesserung des Bodens; versorgen wir den Boden mit denjenigen Stoffen, welche die Pflanzen zu ihrer Nahrung bedürfen, so düngen wir denselben. Die Qualität des Düngers für die verschiedenen Pflanzen ersieht man aus den Aschebestandtheilen und das chemische Mischungsverhältniß der Bestandtheile des Bodens und des Düngers durch eine Analyse beider. Durch die Düngung bezweckt man entweder bereits angebauten Feldern zu Hülfe zu kommen und dieselben wieder in einen Zustand zu setzen, der sie zur Cultur von Pflanzen geeignet macht, oder einzelne Mängel in dem Boden zu verbessern, oder endlich, einzelne Pflanzenarten in besonderer Vollkommenheit zu erzeugen. Bezweckt man, die Felder durch die Düngung nur zu unterstützen, so bringt man auf dieselben einen Dünger, der alle in den Pflanzen im Allgemeinen enthaltenen mineralischen Stoffe, nebst den zu der Zersetzung derselben und zur Ammoniakbildung nothwendigen stickstoffhaltigen organischen Substanzen enthält. Ein solcher Dünger ist der Stall- oder Hofdünger, der durch keinen andern Dünger zu ersetzen ist. Sind in dem Boden einige Mängel zu verbessern, so setzt man demselben die geeigneten Substanzen hinzu; litte z. B. ein Boden an Säure, so würde derselbe keineswegs verbessert, wenn wir auf den

Boden Stalldünger brächten, wohl aber würde der Boden wieder thätig werden, wenn man mit Asche oder mit Kalk düngte, wodurch die Säure neutralisirt wird. Beabsichtigt man endlich, einzelne Pflanzenarten besonders vollkommen zu erzeugen, so muß man dem Boden hauptsächlich diejenigen Stoffe zuführen, welche die Pflanze vorzugsweise zu ihrer Nahrung bedarf. Nach ihrem Gehalte an mineralischen Bestandtheilen hat man die Pflanzen eingetheilt in Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen. In den ersten ist die Kieselerde vorherrschend, in den Kalkpflanzen der Kalk und die Talkerde, in den Kalipflanzen die löslichen alkalischen Salze. Zu den Kieselpflanzen gehören die Cerealien (Haferstroh enthält 62 Proc. Kieselerde, Weizenstroh 61 Proc., Gerstenstroh 55,03 Proc., Roggenstroh 63,89 Proc.), zu den Kalkpflanzen die Flechten, der Klee, die Bohnen, die Erbsen, der Tabak (Tabak enthält 59—67 Proc. Kalk und Talkerdesalze, Erbsenstroh 63 Proc., Kartoffelkraut 59,4 Proc., Wiesenklee 56,0 Proc.), zu den Kalipflanzen die Rüben, die Runkelrüben, die Kartoffeln, das Maisstroh und die Topinambur (Helianthus tuberosus) (Runkelrüben enthalten 88 Proc. Salze der Alkalien, Rüben 81,60 Proc., Kartoffeln 85,81 Proc., Topinambur 84,30 Proc., Maisstroh 71 Proc. Die vorstehenden Angaben drücken natürlich die Aschenprocente aus). Sollen daher z. B. Runkelrüben gedeihen, so müssen wir dem Boden einen Dünger zuführen, der besonders kalireich ist.

Künstliche Düngemittel: Durch den rationellen Betrieb der Landwirthschaft und durch die Fortschritte der Agriculturchemie ist man bei dem nicht hinreichenden Viehdünger auf die Anwendung künstlicher Düngemittel geführt worden, deren Fabrikation sich überall ausbreitete, in England aber die größte Ausbildung gewann. Man verlangt von einem Düngemittel im Allgemeinen, daß es phosphorsaure Erden, Alkalisalze, Gyps und leicht verwesliche stickstoffhaltige Substanzen enthalte. Düngemittel, welche nur mineralische Bestandtheile enthalten, nennt man mineralische Düngemittel (Mineraldünger). Sie bestehen im Allgemeinen aus Knochenmehl, Gyps, alkalischen Salzen und enthalten oft bedeutende Mengen von Sand, weshalb stets eine Analyse ihrer Anwendung vorangehen muß. Von den gebräuchlicheren künstlichen Düngemitteln sind zu erwähnen die Poudrette, das Noir animalisé der Franzosen, der Guano und die Thierkohle.

Poudrette. Die Poudrette wird aus den menschlichen Excrementen dargestellt. In Montfaucon bei Paris trennt man die festeren Bestand-

theile der Ausleerungen von den flüssigeren und läßt die ersteren 5—6 Jahre lang auf einer Tenne ausgebreitet liegen. Nach Verlauf dieser Zeit sind die Excremente in ein braunes Pulver, in die Poudrette, verwandelt. Dieser Dünger soll sich besonders zur Erzeugung von Heu eignen. Man versichert aber, daß letzteres einen unangenehmen Geschmack annehme und von den Thieren nur mit Widerwillen gefressen werde. Die Wirkung der Poudrette

Noir animalisé. ist außerdem eine zwar schnelle, aber vorübergehende. Ein besseres Düngemittel erhält man, wenn man die Excremente mit einer kohlehaltigen Substanz mischt, die durch Glühen von einer mit organischen Substanzen getränkten, kalkhaltigen Erde, in verschlossenen Gefäßen gewonnen worden ist. Anstatt dieser Erde wendet man Straßenkoth, mit Theer getränkten Thon u. s. w. an. Diese Art Dünger führt den Namen Noir animalisé. Noch wirksamer und vollkommen geruchlos wird ein solcher Dünger, wenn er mit einer kleinen Menge irgend eines Metallsalzes, wie z. B. von Manganchlorür, Eisenvitriol u. s. w. gemischt wird, das sich mit dem kohlensauren Ammoniak und Ammoniumsulfhydrat in Schwefelmetall und geruchloses Ammoniaksalz umsetzt. Die in den Zuckerraffinerien in großer Menge abfallende Thierkohle wird ebenfalls mit dem besten Erfolge

Thierkohle. als Düngemittel angewendet. Ehedem glaubte man, daß nur der darin enthaltene phosphorsaure Kalk die Ursache der Wirkung sei. Später fand man aber, daß man die Wirkung hauptsächlich den der Zuckerlösung entzogenen stickstoffhaltigen Stoffen, wie z. B. dem Blute, zuschreiben müsse. Das am meisten angewendete und von keiner anderen Substanz

Guano. übertroffene Düngemittel ist der Guano, der sich in großer Menge auf den Inseln der Südsee und an den Küsten Perus und Chiles findet und augenscheinlich aus den Excrementen von Vögeln besteht. Früher wurde diese Substanz nicht beachtet, bis in der neueren Zeit Schiffe von den Küsten Perus große Massen Guano nach England brachten. Man stellte in England und Frankreich Versuche an, deren Resultate die Erwartungen der Landwirthe bei weitem übertrafen. Man unterscheidet weißen, gelben und rothen Guano, die beiden ersten Sorten (aus Peru) sind die vorzüglicheren, sie zeichnen sich vor allen anderen Sorten durch ihren starken ammoniakalischen Geruch aus und enthalten häufig Vogelfedern beigemengt. In der neueren Zeit ist auch Guano auf verschiedenen kleinen Inseln an der Westküste Afrikas aufgefunden und von da in Europa eingeführt worden; er steht an Wirksamkeit dem Guano von Peru nach. Der Werth des Guano

ist abhängig von dem Gehalte an Stickstoff und an phosphorsauren Salzen. Wir führen einige von Stöckhardt (1. 2. 3. 4.) und Emil Wolff (5. 6. 7.) ausgeführte Analysen verschiedener Guanoarten an:

	1.	2.	3.	4.
Stickstoff	12,56	6,8	0,74	0,4
Organische Stoffe . .	59,1	37,0	9,0	6,8
Kalisalze	2,9	2,7	Spur	Spur
Natronsalze	0,5	4,0	3,6	1,2
Phosphorsaure Erden .	26,0	29,1	60,0	9,5
Gyps	„	„	5,4	2,3
Kohlensaurer Kalk / Kohlensaure Magnesia	Spur	Spur	„	—
	101,1	80,6	78,7	

	5.	6.	7.
Phosphorsaurer Kalk . . .	30,44	35,63	54,38
Kohlensaurer Kalk . . .	14,00	17,11	10,75
Stickstoffhaltige Humussubstanz	18,38	23,30	15,44
Feuchtigkeit	29,79	13,55	9,56
Sand	2,85	3,10	2,21
Magnesia, Alkalisalze, Verlust	4,54	7,31	7,66
	100,00	100,00	100,00

1. ist peruanischer, 2. afrikanischer, 3. patagonischer, 4. nachgemachter englischer, 5. 6. 7. afrikanischer Guano.

Man hat sich vor einem künstlichen Guano zu hüten, der in England und Frankreich angefertigt wird. Derselbe besteht aus 85—90 Proc. Sand, Kies und Lehm und ist mit 15—10 Proc. peruanischem Guano bestreut. — Das unter dem Namen Columbine in Frankreich angewendete Düngemittel besteht aus Taubenexcrementen. Auf die anderen animalischen und vegetabilischen Düngemittel einzugehen, gestattet der Raum nicht.

Prüfung der Düngemittel. Die meisten Dünger bestehen aus unorganischen und organischen Bestandtheilen. Wenn man eine bei 100° getrocknete und gewogene Menge desselben verbrennt, so erfährt man das Verhältniß beider zu einander. Die zurückbleibenden unorganischen Bestandtheile, aus Gyps, phosphorsauren Erden und Alkalisalzen bestehend, analysirt man nach den

in den Lehrbüchern angegebenen Methoden, die hier nicht angeführt werden können. Der wichtigste Bestandtheil des Düngers und zwar der organische Bestandtheil desselben ist der Stickstoff, der als Ammoniaksalz oder als leicht verwesliche organische Substanz, sehr selten aber als salpetersaures Salz vorhanden sein kann. Die Menge des Stickstoffs im Dünger bestimmt zum größten Theile seinen Werth. Die Bestimmung geschieht entweder dem Volumen nach oder als Ammoniak.

Prüfung des Guano. Die Prüfung des Guano auf seinen Werth als Düngematerial geschieht nach Stöckhardt*) auf folgende Weise: 1) Prüfung durch Trocknen: 4 Loth zerriebener Guano wird auf einem Bogen Papier ausgebreitet und in einem geheizten Zimmer so lange liegen gelassen, bis er völlig lufttrocken ist; manche Guanosorten verlieren 20—24 Proc. an Gewicht. Einige Sorten, wie die patagonischen und afrikanischen Sorten werden vorher geschlemmt; 2) Prüfung durch Verbrennen: 1 Loth Guano wird in einem Löffel auf glühenden Kohlen so lange erhitzt, bis eine weiße oder graue Asche zurückbleibt; die guten peruanischen Sorten hinterlassen 30—33 Proc. Asche; die guten Sorten riechen während des Verbrennens stechend nach Ammoniak, die schlechteren Sorten wie verbranntes Horn; 3) Prüfung durch Kalk: ein Löffel voll Guano und eine gleiche Quantität frisch gelöschter Kalk werden mit etwas Wasser übergossen und umgerührt; je intensiver der sich entwickelnde Ammoniakgeruch ist, desto besser ist der Guano; 4) Prüfung durch Auswaschen: 1 Loth lufttrockner Guano wird auf einem Filter so lange mit siedendem Wasser ausgewaschen, als das Wasser noch gefärbt abläuft; der Rückstand wird getrocknet und gewogen. Falls der Guano mit Seesalz oder mit Glaubersalz verfälscht sein sollte, entscheidet die Prüfung durch Verbrennen. Gute Sorten Guano hinterlassen 50—55 Proc. Rückstand, die schlechteren Sorten 80—90 Proc.; 5) Prüfung durch Essig: der Guano darf mit Essig übergossen nicht aufbrausen; er enthält sonst kohlensauren Kalk.

Milch.

Milch. Milch ist die bekannte in den Brustdrüsen der weiblichen Säugethiere abgesonderte Flüssigkeit, welche alle dem Thierkörper noth-

*) Siehe dessen: Chemische Feldpredigten p. 163.

wendigen organischen und unorganischen Substanzen in hinreichender Menge enthält, um an und für sich bei längerem Genuß nahrungsfähig zu sein, und alle den Jungen erforderlichen Substanzen in einer zum Wachsthum hinreichenden Menge zu liefern. Die Hauptbestandtheile der Milch sind Milchzucker, Caseïn (Käsestoff), Butter, mehrere unorganische Substanzen wie Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaures Kali u. s. w. und Wasser. Die Kuhmilch besteht in 1000 Theilen aus:

Milchzucker . .	52,8
Caseïn . . .	38,0
Butter . . .	43,8
Salzen . . .	2,6
Wasser . . .	862,8
	1000,0

Die Milch ist ein Gemenge außerordentlich fein zertheilter, in Wasser unlöslicher Substanzen mit einer wässerigen Flüssigkeit; das spec. Gewicht der Milch schwankt nach Scherer zwischen 1,018 und 1,045. Unter dem Mikroskope nimmt man wahr, daß die weiße Farbe von kleinen Kügelchen — den Milchkügelchen — herrührt. Diese Kügelchen sind meist kugelrund, gelblich mit dunklem Rande bei durchfallendem, perlenartig glänzend bei auffallendem Lichte, und bestehen aus einer Hülle, in welcher sich Butter befindet. In der Ruhe sammeln sich diese Kügelchen auf der Oberfläche und bilden den Rahm, unter welchem sich eine bläuliche durchscheinende Flüssigkeit befindet, welche den Milchzucker, die Salze und das Caseïn als Caseïn-Natron gelöst enthält. Läßt man die Milch längere Zeit lang stehen, so wird ein Theil des Milchzuckers unter Mitwirkung des Caseïns als Fermentes in Milchsäure*) umgewandelt, welche letztere das Caseïn-Natron

*) Die Milchsäure ($C_6 H_5 O_5$, HO) bildet sich außer aus dem Milchzucker auch bei der Gährung von Stärke, Rohr- und Krümelzucker unter Mitwirkung von Caseïn und Ferment. Sie findet sich im Sauerkraut, in den sauren Gurken, und ist wohl ein nie fehlender Bestandtheil aller thierischer Flüssigkeiten. Außer der Milchsäure als Nahrungsmittel wird die Milchsäure in der Gerberei, Färberei und Stärkefabrikation benutzt. In der Gerberei ist sie jedenfalls als Bestandtheil der Lohenbrühe nicht unwirksam, bei der Färberei ist sie in dem Kleienbad enthalten, und bei der Fabrikation der Stärke nach der älteren Methode dient sie als saures Stärkewasser, um die Stärke von den Proteinsubstanzen zu befreien. Die Milchsäure scheint ferner bei der geistigen Gährung eine Rolle zu spielen; sie ist stets in der gährenden Flüssigkeit enthalten und findet sich als nicht flüchtige Säure in dem Destillationsrückstande, dem Spühlicht, der seiner sauern Eigenschaften wegen zum Reinigen von Metallen benutzt wird. Der

zersetzt und das Caseïn frei macht, das sich als eine im Wasser unlösliche Substanz ausscheidet. Man sagt dann, die Milch gerinnt. Durch längeres Stehenlassen wird aller Milchzucker in Milchsäure umgewandelt. Eine ähnliche Coagulation der Milch wird bewirkt, wenn man frische Milch mit Laab zusammenbringt. Zur Darstellung des Laabs wird der frische Kälbermagen ausgewaschen, in einem Rahmen ausgespannt an der Luft oder im Feuer getrocknet. Früher machte man ihn mit Essig ein, die Erfahrung lehrte aber, daß dies unnütz sei. Beim Gebrauche wird ein Streifen abgeschnitten, in einer kleinen Quantität warmen Wassers eingeweicht und der Milch bei 30—35° zugemischt. Nach 2 Stunden ist diese geronnen. 1 Th. Laab ist hinreichend, um 1800 Th. Milch zum Coaguliren zu bringen. Die Wirkung des Laabs ist nicht bekannt, sie besteht nicht, wie man früher annahm, darin, daß ein Theil Milchzucker sogleich in Milchsäure verwandelt wird, da, wie die Erfahrung gelehrt hat, auch alkalisch reagirende Milch durch Laab zum Gerinnen gebracht werden kann. Die von dem ausgeschiedenen

Molken.

Caseïn abfiltrirte Flüssigkeit führt den Namen Molken. Bei sauer gewordener Milch enthalten die Molken wenig Milchzucker, aber viel Milchsäure (saure Molken); bei durch Laab coagulirter Milch ist hingegen aller Milchzucker und keine Milchsäure in den Molken enthalten (süße Molken). Die letztere Flüssigkeit wird in der Schweiz bis zu einem gewissen Grade

Milchzucker.

abgedampft, um daraus den Milchzucker krystallisirt zu erhalten. Die in harten, halbdurchsichtigen Krystallkrusten anschießende Substanz wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Der Milchzucker $C_{12} H_{10} O_{10}$ schmeckt nur wenig süß, knirscht zwischen den Zähnen, löst sich in 6 Th. kaltem Wasser und kann nicht in die geistige, wohl aber in die Milchsäuregährung übergehen. Durch die Einwirkung verdünnter Säuren geht aber der Milchzucker in Krümelzucker über und ist deshalb indirect gährungsfähig. Vergl. Seite 346.

Sauerwerden der Milch zu verhüten.

Das Sauerwerden der Milch kann man dadurch längere Zeit verhüten, daß man dieselbe wiederholt abkocht, wodurch die aufgenommene Luft ausgetrieben wird, die außerdem einen Theil des Caseïns in

---

Uebergang des Milchzuckers in Milchsäure findet ohne Zutritt oder Austritt irgend eines Bestandtheiles statt:

$$\underbrace{C_{12} H_{12} O_{12}}_{\text{Milchzucker.}} = \underbrace{2\, C_6 H_5 O_5, HO}_{\text{Milchsäurehydrat.}}$$

Milchsäureferment umgewandelt haben würde. In gewissem Sinne wirkt auch die während des Kochens auf der Milch sich bildende Haut conservirend, indem sie den Zutritt der Luft beschränkt. Außerdem läßt sich das Sauerwerden der Milch verhindern oder aufhalten durch Zusatz kleiner Mengen kohlensaurer Alkalien. Das Coaguliren der Milch, nicht aber das Sauerwerden, kann durch Zusatz von Salpeter, Kochsalz und überhaupt durch Salze mit alkalischer Base aufgehalten werden.

Prüfung der Milch. In Gegenden, in denen Milch in verhältnißmäßig großer Quantität consumirt wird, wie in großen Städten, wird die Milch mit Reis-, Kleien- und Gummiwasser oder einem Gemenge von Wasser mit Hammelgehirn verfälscht. Bei uns besteht eine sehr häufig vorkommende Verfälschung darin, daß man die Milch mit Wasser verdünnt. Es sind verschiedene Methoden und Instrumente in Anwendung gebracht worden, um die Milch auf ihren Gehalt an Butter und Caseïn zu prüfen. Nach Jones bringt man die Milch in eine verticale, graduirte Glasröhre und vergleicht die Höhe des nach einiger Zeit sich abscheidenden Rahmes. Je mehr Raumtheile derselbe einnimmt, desto besser ist die Milch. Natürlicherweise erfährt man nach dieser Methode nur den Rahmgehalt der Milch, und zwar nur sehr annähernd, da z. B. Verdünnung der Milch auf die Schnelligkeit der Abscheidung von Einfluß ist. Chevallier und Henry wenden zur Bestimmung der Güte der Milch ein Aräometer an, an dessen Graduirung die Striche, bis zu welchen dasselbe in reine Milch einsinkt, durch rothe Grade angegeben sind. Andere Methoden gründen sich darauf, das Caseïn und die Butter durch Galläpfeltinctur oder durch Zinkvitriollösung niederzuschlagen, dann zu bestimmen, wie viel dem Volumen nach, von einer Lösung von bekannter Stärke zur Fällung einer normalen Milch nöthig war und darauf mit andern Milchsorten zu vergleichen. Für den polizeilichen Gebrauch ist das Galaktoskop von Donné anzuempfehlen, das auf der Annahme beruht, daß allein die Milchkügelchen den wahren Werth der Milch repräsentiren, und die Milch undurchsichtig machen. Es ist ein Instrument, welches gestattet, durch eine Milchschicht hindurchzusehen, deren Länge mittelst einer Mikrometerschraube vergrößert, verringert und gemessen werden kann. Durch die Milchschicht beobachtet man ein Kerzenlicht, bis dessen Spitze unsichtbar zu werden beginnt. Je durchsichtiger eine Milch ist, desto weniger Milchkügelchen und desto mehr Wasser enthält sie.

Anwendung der Milch. Die Milch dient theils für sich als Nahrungsmittel, theils zur Fabrikation von Butter und Käse. Man benutzt sie ferner zum Anstreichen der Wände und zum Entfärben und Klären einiger Flüssigkeiten. Eine in Frankreich häufig vorkommende Steuerdefraudation besteht darin, daß man unter dem Namen von Portwein, Xeres declarirt, der mit Alkannawurzel gefärbt ist, und der später durch Milch wieder entfärbt wird.

Butter. Die Butter wird aus der Milch auf folgende Weise dargestellt: Man läßt an kühlen Orten den Rahm (die Sahne) aus der Milch sich ausscheiden, schöpft denselben mittelst eines Löffels ab und bringt ihn in die Rahmtöpfe, in welchen er so lange stehen bleibt, bis er unter wiederholtem Umrühren dick und säuerlich geworden ist. Darauf bringt man den Rahm in die Butterfässer, in welchen durch anhaltendes Schlagen, durch das Buttern, die Fettkügelchen zu Klumpen sich vereinigen, während das Caseïn mit einer kleinen Menge Butter gebunden in der Flüssigkeit suspendirt bleibt. Die Butterfässer sind von verschiedener Construction. Das gewöhnlichste Butterfaß ist ein aufrecht stehendes Faß mit einer durchlöcherten und an einem Stiele befestigten Scheibe; außerdem hat man liegende Fässer, in denen sich an einer Welle befestigte Flügel hin und her bewegen, Kästen auf Walzen nach Art der Kinderwiegen u. s. w., in denen das Buttern in längerer oder kürzerer Zeit vor sich geht. Wenn sich alle Butterklumpen zu einer Masse vereinigt haben, so ist die Operation des Butterns beendigt. Die Butter wird mit frischem, erneuerten Wasser geknetet, bis dieses hell abläuft. Die von der Butter abgeschiedene Flüssigkeit ist die Buttermilch, die aus 0,24 Proc. Butter, 3,82 Proc. Caseïn, 90,80 Th. Wasser und 5,14 Th. Milchzucker und Salzen besteht; ein großer Theil des Milchzuckers darin ist schon in Milchsäure übergegangen. 18 Gewichtstheile Milch geben durchschnittlich 1 Gewichtstheil Butter. Die Butter selbst besteht im frischen Zustande aus 77,5 Proc. eigentlicher Butter, 1,6 Th. Caseïn, 20,9 Th. Wasser, Milchzucker, löslichen Salzen u. s. w. Der Gehalt an Caseïn und Wasser bewirkt, daß die Butter leicht verdirbt und ranzig wird. Um diesem Uebelstande zu begegnen, pflegt man in den meisten Ländern die Butter zu salzen (in Süd- und Westdeutschland wird die Butter ungesalzen consumirt), indem man dieselbe im völlig ausgewaschenen Zustande mit Salz zusammenknetet. Man rechnet auf 1 Kilogramm Butter 30—40 Gr. Kochsalz. In England benutzt man anstatt des Kochsalzes ein Gemenge von 4 Th. Kochsalz, 1 Th. Salpeter und 1 Th. Zucker. Ein

anderes Mittel, dem Verderben der Butter vorzubeugen, ist das Auslassen derselben, d. i. ein Schmelzen, bis die anfänglich trübe Flüssigkeit vollkommen klar geworden ist, wodurch Wasser und Caseïn, also die Bedingungen zur Verderbniß entfernt werden. Das Färben der Butter anbelangend, das gewöhnlich im Winter geschieht, zu welcher Zeit die Butter eine weiße Farbe hat, so geschieht dies durch Orlean, durch Curcuma, oder durch den Saft der Möhren oder Ringelblume.

Chemische Natur der Butter. Die Butter besteht aus einigen nicht flüchtigen und einigen flüchtigen Fettsäuren, gebunden an Lipyloxyd (vergl. Seite 90). Die nicht flüchtigen Säuren sind: die Margarinsäure ($C_{34} H_{34} O_4$) und die Butterölsäure ($C_{34} H_{30} O_4$), die flüchtigen die Buttersäure*) ($C_8 H_8 O_4$), die Capronsäure ($C_{12} H_{12} O_4$), die Caprylsäure ($C_{16} H_{16} O_4$) und die Caprinsäure ($C_{20} H_{20} O_4$). Letztere vier Säuren bilden mit dem Lipyloxyd das Butterfett oder Butyrin und sind die Ursache des eigenthümlichen Geruches der Butter. Einigen Chemikern zufolge sind indeß diese Säuren in der Butter nicht fertig gebildet enthalten, wohl aber die Aldehyde derselben, so z. B. das Aldehyd der Buttersäure ($C_8 H_8 O_2$) u. s. w. Nach dieser Ansicht bilden sich alle die genannten Säuren erst bei der Verseifung der Butter oder bei dem Ranzigwerden derselben. Da das Ranzigwerden der Butter nur bei Zutritt der Luft eintritt, so ist die Ansicht, daß das Aldehyd $C_8 H_8 O_2$ durch Aufnahme von Sauerstoff in Buttersäure $C_8 H_8 O_4$ übergehe, gewiß keine falsche.

Käse. Der Käse wird aus dem Caseïn dargestellt. Entweder benutzt man abgerahmte Milch oder man wendet die Milch mit dem Rahm an. Im ersteren Falle erhält man mageren Käse, der nur aus Caseïn mit sehr wenig Butter besteht, im zweiten Falle fetten Käse (Schweizer, holländischen, englischen Käse). Wenn bei der Darstellung der fetten Käse noch Rahm hinzugesetzt wird, so erhält man Rahmkäse. Den mageren Käse stellt man bei uns in Deutschland dar, indem man die saure Milch, von welcher der Rahm behufs der Butterfabrikation abgeschieden worden ist, auf ein Tuch bringt und abpreßt. Die Molken laufen ab, während die Käsematte (Quark, Schmierkäse, weißer Käse) als Brei zurückbleibt, die,

---

*) Die Buttersäure entsteht nicht nur bei der Verseifung der Butter, sie findet sich auch im sauren Schweiße, im Magensafte und bildet sich bei der Gährung und Fäulniß des Zuckers, der Stärke, des Fibrins, des Caseïns u. s. w.

mit Salz und Kümmel gemengt, mit der Hand in die gebräuchlichen runden Formen (Handkäse) gebracht wird, welche darauf der Luft ausgesetzt werden. Zur Bereitung des fetten Käses wendet man gewöhnlich süße Milch an, die durch Laab bei einer Temperatur von 30—40⁰ zum Gerinnen gebracht wird. Nachdem die Milch durch die Abscheidung des Caseïns in eine gallertartige Masse verwandelt ist, zerschneidet man die Masse mit einem hölzernen Messer und preßt den Käse. Durch dieses Verfahren, das mehrmals wiederholt wird, werden die Molken ziemlich vollständig entfernt. Sobald der Käse anfängt fest zu werden, wird er mit Kochsalz zusammengeknetet und dann in die bestimmte Form gepreßt. Der geformte Käse wird einige Zeit lang in erwärmte Molken getaucht, bis er eine Rinde erhält, und nach dem Abtrocknen von Neuem gepreßt. Sodann wird der Käse mit Kochsalz eingerieben, zum Trocknen auf ein Brettergestell gelegt, und unter sorgfältiger Behandlung, die je nach der Art der Käse eine verschiedene ist, seiner Reife zugeführt. Die blasige Beschaffenheit einer Käsesorte (wie des Schweizerkäses) rührt davon her, daß bei seiner Darstellung die Molken nicht vollständig entfernt werden, der in denselben enthaltene Milchzucker in Krümelzucker, und letzterer während des Reifens des Käses in Weingeist und Kohlensäure verwandelt wird; die Kohlensäure bewirkt bei ihrem Entweichen die Auflockerung der Käsemasse. Bei dem holländischen Käse, der blasenfrei ist, verhindert der größere Kochsalzzusatz die Umwandelung des Milchzuckers. Die Qualität der Käse ist ferner von der Temperatur und Beschaffenheit der Räume, in denen die Käse während des Reifens lagern, abhängig. Die Theorie des Käsebildungsprocesses ist noch keineswegs genügend erklärt. Die Veränderung, welche der Käse an der Luft erleidet, läßt sich namentlich an den mageren Käsesorten beobachten. Im frischen Zustande ist der Käse weiß wie Kreide, beim Liegen im feuchten Zustande wird er gelb und durchscheinend (er wird zeitig oder speckig) und nimmt den eigenthümlichen Käsegeruch an. Mit dem Alter verliert der Käse allen Zusammenhang und zerfließt zu einer schmierigen Masse. Diese Veränderungen beginnen auf der Oberfläche und pflanzen sich vollkommen gleichförmig ins Innere fort. Wenn man einen mageren Käse zerschneidet, so bemerkt man einen gelben speckigen Ring, welcher einen scharf begrenzten weißen Kern umgiebt. Der Ring wird von Tag zu Tag breiter, bis zuletzt die ganze Masse gleichförmig ist und der Kern verschwindet. Das Speckigwerden des Käses rührt her von einer Ammoniak- oder von einer Säureentwickelung, beide machen den weißen

Käse durchscheinend. Die stinkenden Käsesorten sind ammoniakalisch, die geruchlosen reagiren meist sauer. Chemisch gesprochen ist speckiger magerer Käse eine Verbindung von Caseïn mit Ammoniak oder Ammoniakbasen (z. B. Amylamin); gewisse trockne Käsesorten (wie der sogenannte Kräuterkäse) sind Gemenge von trocknem Caseïn mit gewürzhaften Kräutern (Meliloten u. s. w.), flüchtigen Fettsäuren (Valeriansäure, Caprinsäure, Capronsäure u. s. w.) und einigen indifferenten Stoffen (Leucin ꝛc.). — Frisch geronnener Käsestoff (Quark) wird, mit Kalk gemengt, zu Kitt und als Beizmittel in der Kattundruckerei angewendet *).

Fleisch.

Fleisch. Das, was man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen „Fleisch" bezeichnet, ist die Muskelsubstanz der Schlachtthiere, umgeben mit mehr oder weniger Fett, und enthaltend Knochen, so daß das käufliche Fleisch in 100 Theilen im Mittel zusammengesetzt ist aus:

Muskelsubstanz . .	16
Fett und Zellgeweben	3
Knochen	10
Wasser	71
	100

Die Muskelsubstanz selbst ist ein Complex von verschiedenartigen Geweben und Flüssigkeiten, deren Basis die thierische Faser oder das Fibrin ist. Diese Substanz ist mit einer großen Anzahl von Nerven, Blutgefäßen, Fett, serösen Häuten u. s. w. durchwebt. Die Färbung des Fleisches ist nur Folge der darin enthaltenen Blutgefäße. Die Fleischsubstanz selbst ist farblos. Die Bestandtheile des Fleisches variiren nach den

*) Mit dem Caseïn der Milch stimmt in seinen Eigenschaften ein Pflanzenbestandtheil überein, der sich in den Samenlappen der Leguminosen, namentlich der Erbsen, Linsen und Bohnen findet, sich in Wasser löst und aus der Lösung durch schwache Säuren abgeschieden werden kann. Die Substanz ist Pflanzencaseïn genannt worden. Nach Itier's Berichte (Liebig's chem. Briefe, 1851, 2. Abdruck p. 451) stellen die Chinesen aus Erbsen einen wirklichen Käse dar, indem Erbsen zu einem Brei gekocht werden. Das Durchgeseihete wird mit Gypswasser zum Gerinnen gebracht und das Geronnene wie der aus Milch durch Laab gefällte Käse behandelt. Die Masse nimmt nach und nach den Geruch und den Geschmack des animalischen Käses an.

verschiedenen Thieren, dem Alter und der Nahrung derselben. Berzelius fand das Ochsenfleisch zusammengesetzt aus:

Wasser	77,17
Muskelfaser, Gefäßen, Nerven . .	17,70
Eiweiß und Globulin	2,20
Alkoholextract mit Salzen . . .	1,80
Wasserextract mit Salzen . . .	1,05
Eiweißhaltigem phosphorsauren Kalk	0,08
	100,00

Es ist merkwürdig, daß die Menge des Gehaltes an Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in dem getrockneten Fleische und dem getrockneten Blute übereinstimmen. Böckmann und Playfair fanden im Blut und Fleische des Ochsen:

	Blut:	Fleisch:
Kohlenstoff . .	51,95	51,89
Wasserstoff . .	7,16	7,59
Stickstoff . .	17,17	17,16
Sauerstoff . .	19,30	19,13
Asche . . .	4,42	4,23
	100,00	100,00

so daß das Fleisch in gewisser Beziehung als ein consolidirtes Blut betrachtet werden kann. Stölzel fand bei der Analyse der Asche von Ochsenblut und von Ochsenfleisch:

	Blut:	Fleisch:
Kohlensäure . .	1,99	8,02
Kieselerde . .	2,81	2,07
Schwefelsäure .	5,16	3,37
Phosphorsäure .	5,66	34,36
Eisenoxyd . .	10,58	0,98
Kalk	1,56	1,73
Magnesia . . .	1,02	3,31
Chlornatrium .	51,19	—
Chlorkalium . .	—	10,22
Natron . . .	12,41	—
Kali	7,62	35,94
	100,00	100,00

Fleischflüssigkeit.

Die Muskelsubstanz ist mit einer eiweißreichen sauer reagirenden Flüssigkeit, der Fleischflüssigkeit, getränkt, deren saure Reaction von der Gegenwart freier Milchsäure und einer eigenthümlichen Säure, der Inosinsäure, herrührt. Außerdem finden sich darin drei krystallinische organische Stoffe, der Inosit, das Kreatin, das Kreatinin*), von welchen der letztere eine organische Base ist, extractive Substanzen und organische Bestandtheile. Von letzteren sind 81 Proc. in Wasser löslich, der unlösliche Rückstand besteht aus 5,77 phosphorsaurem Kalk und 13,23 Talkerde.

Zubereitung des Fleisches.

Die civilisirten Völker pflegen das Fleisch seltener roh, als vielmehr zubereitet zu genießen. Die Zubereitung geschieht entweder durch Kochen oder durch Braten. Aus dem, was im Vorstehenden über die Zusammensetzung des Fleisches gesagt worden ist, geht hervor, daß das Fleisch durch das Kochen wesentlich in seiner Zusammensetzung verändert wird, indem je nach der Dauer des Kochens und der Quantität des angewendeten Wassers die löslichen Bestandtheile von den unlöslichen getrennt werden. Für die Nahrungsfähigkeit des Fleisches aber versteht es sich von selbst, daß es in demselben Maße, als es durch die Behandlung von seinen Bestandtheilen verliert, untauglich wird, das Fleisch des lebenden Körpers zu ersetzen. Das beste Verfahren, Fleisch zu kochen und Fleischbrühe zu bereiten, ist nach Liebig folgendes: Man bringt das zum Kochen bestimmte Fleisch erst dann in den Topf, wenn das darin befindliche Wasser in vollständigem Sieden begriffen ist, unterhält das Sieden einige Minuten lang und schüttet dann so viel kaltes Wasser hinzu, daß die Temperatur bis auf 70—74° erniedrigt wird. Wird das Wasser einige Stunden bei dieser Temperatur erhalten, so hat man alle Bedingungen vereinigt, um dem Fleische die zum Genusse geeignete Beschaffenheit zu geben. Indem nämlich nach diesem Verfahren das Eiweiß coagulirt wird, bildet sich auf der Oberfläche des Fleisches eine Hülle, welche das Eindringen des Wassers ins Innere verhindert und die löslichen Theile einschließt. Die von diesem Fleische abgegossene Brühe wird demnach wenig der löslichen Bestandtheile

*) Der Inosit ($C_{12}H_{12}O_{12} + 4\,HO$) ist der von Scherer im Fleische entdeckte Muskelzucker; das Kreatin ($C_8H_9N_3O_4$) kommt außer in der Fleischflüssigkeit auch im Harn vor; es krystallisirt in kleinen Würfeln, die bitter schmecken, und wird durch die Einwirkung von starken Säuren in der Siedehitze in die Base, in das Kreatinin ($C_8H_7N_3O_2$) umgewandelt.

enthalten. Um aber eine kräftige Fleischbrühe darzustellen, mischt man fein gehacktes mageres Fleisch mit kaltem Wasser, erhitzt es langsam bis zum Sieden und preßt es nach minutenlangem Aufwallen aus. Nach dem Durchseihen braucht sie nur gewürzt und mit gebranntem Zucker oder Caramel etwas gefärbt zu werden. Das Färben ist eine kaum erläßliche Concession, die man dem gewohnten Vorurtheile machen muß. Die zurückbleibenden Fleischstücke sind gänzlich geschmacklos und zur Ernährung untauglich. Die Fleischbrühe enthält alle löslichen Stoffe der Fleischsubstanz: Kreatin, Kreatinin, Inosit, extractive Substanzen, inosin- und milchsaure Salze, Chlorkalium und phosphorsaure Erden. Wegen der freien Milch- und Inosinsäure reagirt sie stets sauer. Daß die Haupteigenschaft der Fleischbrühe von der darin aufgelösten Leimsubstanz abhängig sei, wie man lange angenommen hat, ist durchaus ungegründet, da der durch Kochen gebildete Leim nur einen sehr untergeordneten Bestandtheil darstellt. Die Untauglichkeit der Knochenbouillontafeln als Nahrungsmittel ist bereits Seite 406 erwähnt worden. Bei längerem Kochen und siedendem Abdampfen nimmt die Fleischbrühe eine dunklere Farbe und einen feinen Bratengeschmack an. Dampft man sie im Wasserbade ab, so erhält man eine dunkelbraune weiche Masse, von welcher 1 Loth hinreicht, um 1 Pfund Wasser, dem man etwas Kochsalz zusetzt, in eine wohlschmeckende und starke Fleischbrühe zu verwandeln. Aus 32 Pfund knochen- und fettfreiem Ochsenfleische erhält man 1 Pfund dieses Extractes*). Beim Braten des Fleisches wendet man kein Wasser, sondern Fett an, mit welchem man das Fleisch in einer Pfanne erwärmt, oder man setzt dasselbe direct, wie es in England geschieht, auf einen Spieß gesteckt, dem Feuer aus. Der Gewichtsverlust der verschiedenen Fleischsorten beim Braten und Kochen des Fleisches ist folgender: Beim Kochen verliert Rindfleisch 15, Hammelfleisch 16, wälscher Hahn 16, Huhn 13,5, Schinken 6 Proc., oder im Durchschnitt Fleisch 12, Geflügel 14 Proc.

---

*) Liebig sagt bezüglich dieses Fleischextractes in seiner Schrift: „Ueber das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel Seite 105": „Dieses Fleischextract dürfte seines hohen Preises wegen kaum einen Gegenstand des Handels abgeben, wenn aber die Erfahrungen der Militärärzte mit denen von Parmentier übereinstimmen, wonach dieses Extract im Gefolge eines Truppencorps den schwer verwundeten Soldaten ein Stärkungsmittel darbietet, welches mit etwas Wein seine durch einen großen Blutverlust erschöpften Kräfte augenblicklich hebt und ihn in den Stand setzt, den Transport in das Hospital zu ertragen, so scheint es mir eine wahre Gewissenssache zu sein, den Vorschlag Parmentier's der Aufmerksamkeit der Regierungen zu empfehlen."

Beim Braten verliert Rindfleisch 19,5, Hammelfleisch 24,5, Gans 16,5, wälscher Hahn 20,5, Lammfleisch 22,5, Ente 27,5, Huhn 14 Proc., demnach das Fleisch größerer Thiere 22, das der Geflügel 20,5 Proc.

Was das gebräuchliche Einsalzen des Fleisches anbelangt, so geht aus den Untersuchungen Liebig's hervor, daß die sogenannte Salzlake, welche beim Zusammenbringen von Fleisch und trocknem Salze entsteht, $^1/_3$—$^1/_2$ vom Fleischsafte beträgt und die Hauptbestandtheile einer concentrirten Fleischbrühe enthält. Es geht daraus hervor, daß gesalzenes Fleisch um die in die Lake übergegangenen Bestandtheile an Nahrungswerth verliert, und die Erscheinung, daß, wenn gesalzenes Fleisch längere Zeit die Hauptnahrung ausmacht, die Gesundheit auf die Dauer Störung erleidet, ist dadurch erklärlich.

Fleischzwieback. Der Fleischzwieback ist ein von Borden in Texas ersonnenes Nahrungsmittel, zu dessen Bereitung dem Rindfleisch sogleich nach dem Schlachten durch Sieden mit Wasser alle nährenden Bestandtheile entzogen werden. Die Lösung dieser Bestandtheile wird bis zur Extractsconsistenz abgedampft und der Rest mit Weizenmehl zu einem Teig angerührt, der in Form von Zwieback gebracht und sodann im Ofen bei mäßiger Wärme gebacken wird. Der Fleischzwieback hat bereits große Verbreitung gefunden und erscheint als geeignetes Mittel zu längerer Aufbewahrung und leichtem Transport eines kräftigen Nahrungsmittels.

V.

Färberei und Druckerei.

Färberei und Druckerei im Allgemeinen. Die **Färberei** hat zum Zweck, die Gewebe chemisch mit den Farbstoffen zu verbinden und erstere dadurch in **gefärbte Zeuge** umzuwandeln. Sie unterscheidet sich von dem Malen und Anstreichen dadurch, daß die Farbstoffe nach chemischen Grundsätzen auf die thierische und vegetabilische Faser befestigt werden, und nicht nur auf der Oberfläche durch Adhäsion haften, obgleich bei dem Malen und Anstreichen oft dieselben Substanzen wie beim Färben Anwendung finden. Das Bedrucken der Zeuge mit Farbstoffen, die **Zeugdruckerei**, ist eine örtliche Färberei und ein wichtiger Theil der Färberei im Allgemeinen.

Farbstoffe. Die zur **Färberei** angewendeten Substanzen, die **Farbstoffe** (Pigmente) sind theils mineralischen, theils animalischen und vegetabilischen Ursprungs. Unter den zahlreichen **mineralischen Farbstoffen** sind nur wenige, die vermöge ihrer Eigenschaften in der Färberei Anwendung finden können, und es ist für sie eigenthümlich, daß sie erst auf der zu färbenden Pflanzen- oder Thierfaser hervorgebracht werden. Ein sehr gebräuchlicher mineralischer Farbstoff ist z. B. das chromsaure Bleioxyd. Nicht aber läßt sich diese Substanz als solche direct in der Färberei anwenden, sondern man bildet sie erst aus ihren Bestandtheilen auf der Faser selbst, indem man dieselbe zuerst mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd tränkt, und die so vorbereitete Faser sodann durch eine Lösung von chromsaurem Kali zieht. Es bildet sich chromsaures Bleioxyd, das in den innern Theilen der Faser niedergeschlagen, fest an derselben haftet. Von den ani-

malischen Farbstoffen wendete man früher den Saft der Purpurschnecke und den Kermes (Coccus ilicis) an, jetzt aber benutzt man von denselben nur noch die Cochenille (Coccus cacti) und eine Secretion der Gummischildlaus (Coccus laccae). Der bei weitem größte Theil der Farbstoffe stammt aus dem Pflanzenreiche, und man versteht unter vegetabilischen Pigmenten diejenigen Körper, denen gewisse Pflanzen oder einzelne Theile derselben, ihre eigenthümliche Färbung verdanken. Es scheint aus neueren Untersuchungen hervorzugehen, daß ein großer Theil der sogenannten Farbstoffe in der Pflanze im farblosen Zustande enthalten ist, und sich erst unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft färbt. Allgemeine Eigenschaften der vegetabilischen Farbstoffe lassen sich nicht angeben, da sie, außer dem Gefärbtsein, einen gemeinsamen Character nicht besitzen. Fast sämmtlich werden die Farbstoffe an feuchter Luft unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersetzt (sie verschießen). Chlor bleicht die Pigmente und zerstört ihre Farbe, schweflige Säure bringt sie zum Verschwinden, zerstört sie aber nicht. Gewisse Oxyde und unlösliche basische Salze haben die Eigenschaft, das Pigment aus seiner Lösung aufzunehmen und einen gefärbten Niederschlag, einen Lack, zu bilden. Die Lacke sind chemische Verbindungen des Metalloxydes oder des Salzes mit dem Farbstoffe, obgleich bestimmte Verhältnisse bis jetzt noch nicht ermittelt worden sind. Wir führen nur die wichtigeren der in der Färberei angewendeten vegetabilischen und animalischen Farbstoffe an.

Lack.

Rothe Farbstoffe.

Rothe Farbstoffe. Krapp.

Der Krapp ist die Wurzel der Färberröthe (Rubia tinctorum), einer im südlichen Europa und in Asien wachsenden Pflanze. Die Wurzel ist mehrere Zoll lang, wenig ästig und etwas stärker als ein Federkiel. Sie ist mit einer braunen Decke überzogen, innerlich aber von gelbrother Farbe. Sie kommt theils von der Rinde und den Wurzelfasern befreit, theils gemahlen in den Handel. Im gemahlenen Zustande erscheint sie als ein grobes, rothgelbes, stark und eigenthümlich riechendes Pulver, das sorgfältig gegen Luft- und Lichteinwirkung geschützt, aufbewahrt werden muß. Die beste Sorte des Krapps ist die aus der Levante, die unter dem Namen Lizari oder Alizari ungemahlen in den Handel kommt. Am häufigsten findet sich Krapp aus dem Elsaß. Unter dem Mullkrapp ver-

steht man die schlechteste Sorte Krapp aus Staub und Abfall bestehend. Während man ehedem in dem Krapp nicht weniger als fünf Farbstoffe annahm, ist aus neueren Untersuchungen hervorgegangen, daß diese Wurzel im frischen Zustande nur einen Farbstoff, die Ruberythrinsäure (früher Xanthin genannt) enthält. Diese Säure zerfällt unter dem Einflusse einer eigenthümlichen, in dem Krapp enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz in den eigentlichen Farbstoff des Krapps, in das Alizarin und in Zucker. Das Alizarin ist von gelber Farbe, wird aber durch Alkalien und Erden roth gefärbt. Außerdem findet sich in dem Krapp noch ein rother Körper, das Purpurin oder Rubiacin, das für sich ohne Färbevermögen, aber in Verbindung mit Alizarin den Färbeproceß unterstützt. Der Krapplack ist

Krapplack. eine Verbindung von Alizarin und Purpurin mit basischen Thonerdesalzen; um ihn darzustellen, zieht man ausgewaschenen Krapp mit einer Alaunlösung aus und schlägt die Flüssigkeit durch kohlensaures Natron oder durch Borax nieder, worauf der Niederschlag ausgewaschen und

Garancine. getrocknet wird. Die Garancine oder die Krappkohle ist ein Präparat aus Krapp, welches die bei der Färberei wirkenden Bestandtheile in einer concentrirteren und leichter ausziehbaren Gestalt enthält. Um sie darzustellen, übergießt man fein gemahlenen, mit Wasser befeuchteten Krapp mit $^1/_2$ Th. concentrirter Schwefelsäure und 1 Th. Wasser, erhitzt das Gemisch ungefähr eine Stunde lang bis auf 100°, befreit darauf die Masse durch Auswaschen von aller Säure, preßt und trocknet sie. Durch die Schwefelsäure werden die der Färberei hinderlichen Substanzen des Krapps zerstört und durch das darauf folgende Auswaschen entfernt, während die Farbstoffe mit zum Theil verkohlten organischen Substanzen zurückbleiben. Im Durchschnitt kann man annehmen, daß 3—4 Th. Krapp durch 1 Th. Garancin ersetzt werden können.

Garançeux. Da der Krapp beim Ausfärben seine Farbstoffe nicht vollkommen verliert, so trennt man die Rückstände durch Filtriren von der Flüssigkeit, und behandelt dieselben mit $^1/_3$ ihres Gewichtes englischer Schwefelsäure. Die Masse wird dann eben so wie die Garancine ausgewaschen und getrocknet. Sie heißt Garançeux und steht selbstverständlich der Garancine an Färbevermögen nach.

Colorin. Die im Handel unter dem Namen Colorin vorkommende Substanz ist das weingeistige und zur Trockne verdunstete Extract der Garancine und besteht wesentlich aus Alizarin, mit Purpurin, Fett

und anderen in Weingeist löslichen Bestandtheilen des Krapps verunreinigt.

Rothholz. Mit dem Namen Roth- oder Brasilienholz bezeichnet man mehrere in der Rothfärberei angewendete Hölzer der Gattung Caesalpinia. Die beste Sorte ist das Fernambukholz von Caesalpinia brasiliensis, das auswendig gelbbraun, inwendig hellroth, schwer und ziemlich hart ist. Es führt den Namen von der Stadt Pernambuco in Brasilien, in deren Nähe es häufig wächst. Es kommt ganz und gemahlen in den Handel. Eine schlechtere Sorte ist das Sapanholz (C. Sapan); noch weniger Werth hat das Limaholz oder Bois de St. Marthe (C. echinata) und das Brasiletholz (C. vesicaria). In allen diesen Hölzern findet sich der Farbstoff Brasilin, ein in farblosen, kleinen Nadeln krystallisirender Körper, dessen wässerige Lösung an der Luft, besonders schnell beim Sieden und bei Gegenwart von Alkalien ins Carmoisinrothe übergeht. In der Färberei wird vermittelst des Rothholzes eine schön rothe, aber keineswegs dauerhafte Farbe erzeugt.*) Außerdem gebraucht man es zur Darstellung des Kugellackes.

Sandelholz. Das Sandelholz kommt als gelbes und rothes im Handel vor. Das rothe stammt von Pterocarpus Santalinus, einem auf Ceylon und in Ostindien wachsenden Baume. Man führt es in gespaltenen Scheiten von gradfaserigem Gefüge und dunkelrother, innen hellerer Farbe ein. Der in dem Sandelholz enthaltene Farbstoff ist harzartiger Natur und führt den Namen Santalin. Neuere Untersuchungen zeigten, daß dieser Farbstoff kein farbloser sei, wie früher allgemein angenommen wurde. Man benutzt das Sandelholz zu gefärbten Lacken, zur Meublespolitur, zur Erzeugung von Braun in der Wollenfärberei, zum Rothfärben des Leders, zu Zahnpulver u. s. w. Der gleiche Farbstoff findet sich in dem sogenannten Barwood- oder Camwoodholz, das von Baphia nitida, einem in Afrika wachsenden Baume stammt. Dieses Holz soll 23 Proc. Santalin enthalten, während das Sandelholz nur 16 Proc. enthält.

---

*) Man benutzt das Rothholz zur Fabrikation der rothen Tinte. Man nimmt dazu 16 Loth Rothholz, 2 Loth Alaun, 2 Loth Cremor tartari mit 2 Quart Wasser, kocht die Flüssigkeit bis auf ein Quart ein und setzt darauf zu der durchgegossenen Flüssigkeit 2 Loth arabisches Gummi und 2 Loth weißen Candiszucker. Eine noch schönere und haltbarere Tinte erhält man, indem man 2 Decigramme (4 Gran) Carmin in 1 Loth Aetzammoniakflüssigkeit löst, und dazu eine Lösung von 1 Gramm (18 Gran) arabischem Gummi in 3 Loth Wasser setzt.

Safflor. Der **Safflor** besteht aus den getrockneten Blumenblättern der **Safflorpflanze** (Carthamus tinctorius), eines distelartigen Gewächses, das in Ostindien, Aegypten, in den südlichen Ländern Europa's, zum Theil auch in Deutschland angebaut wird. Der Safflor enthält einen rothen, in Wasser unlöslichen (Carthamin) und einen gelben, in Wasser löslichen Farbstoff. Je reiner der Safflor von Samen, Spreu u. s. w., je dunkler feuerroth die Farbe, desto besser ist er. Das **Carthamin** oder Rouge végétale wird auf folgende Weise dargestellt: Man zieht den Safflor mit einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron aus, taucht in die Lösung Streifen von Baumwolle und neutralisirt das Alkali mittelst Essigs oder verdünnter Schwefelsäure. Die roth gefärbten Streifen werden darauf ausgewaschen, mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ausgezogen und diese mit einer Säure gefällt. Der so erhaltene Niederschlag wird ausgewaschen und auf Tellern getrocknet (Teller- oder Tassenroth). Das Carthamin erscheint in dünnen Rinden, die im auffallenden Lichte goldgrün, im durchgehenden roth aussehen. Das Carthamin wird mit gepulvertem Talk gemengt, als **rothe Schminke** angewandt. Der Safflor wird in der Seidenfärberei benutzt. Die erzeugte rothe Farbe ist aber sehr vergänglich.

Cochenille. Die **Cochenille** ist ein getrocknetes Insekt von der Größe und Gestalt einer Wanze, das wir aus Mexico, Peru, Brasilien, Algier und vom Cap der guten Hoffnung erhalten. Es ist eine Art Schildlaus (Coccus cacti), die auf mehreren Cacteenarten, namentlich auf dem Cochenille-Cactus (der Nopalpflanze), wie auch auf Cactus opuntia vorkommt, theils auch in besonderen Pflanzungen cultivirt wird. Die männlichen Thiere sind geflügelt, die weiblichen ungeflügelt. Nach der Begattung werden die weiblichen Thiere eingesammelt, was im Jahre zweimal geschieht, durch heiße Wasserdämpfe oder durch die Hitze eines Backofens getödtet und getrocknet. Die Cochenille erscheint in kleinen dunkelbraunrothen, zusammengeschrumpften Körnern, an deren Unterseite der Bau der Thiere noch einigermaßen erkannt werden kann. Zuweilen ist sie mit einem weißlichen Staube bedeckt, oft aber ist sie auch glänzend und schwarz. Dieser weiße Ueberzug, welchen man der Cochenille sehr oft durch Talk, Kreide oder Bleiweiß giebt, ist, mikroskopischen Untersuchungen zu Folge, das Excrement des Thieres und erscheint unter dem Mikroskope als weiße, gekrümmte Cylinder, von sehr gleichmäßigem Durchmesser. Der Farbstoff

der Cochenille ist eine Säure, die Carminsäure, die, nach den gewöhnlichen Methoden dargestellt, den Namen Carmin oder Coccusroth führt. Man stellt letzteres dar, indem man Cochenille mit siedendem Wasser auszieht, die klar abgegossene Lösung mit Alaun versetzt und stehen läßt. Der sich absetzende Niederschlag wird ausgewaschen und getrocknet. Oder indem man die gepulverte Cochenille mit kohlensaurer Natronlösung auszieht, die Flüssigkeit mit Eiweiß versetzt und sodann durch verdünnte Säuren fällt. Der ausgewaschene Niederschlag wird bei 30° getrocknet. Er bildet eine vorzügliche Sorte Carmin; die schlechteren Sorten, unter die auch der Florentiner-, Kugel-, Wiener- und Carminlack gehören, bereitet man durch Fällen eines alaunhaltigen Cochenillenauszugs mit kohlensaurem Natron, die um so geringer sind, je mehr sie Thonerde enthalten.

Lac-Dye. Unter Lac-Dye oder Färbelack versteht man einen aus dem Stock- oder Körnerlack gezogenen rothen Farbstoff, mit welchem man fast eben so schön und dauerhaft als mit der Cochenille färben kann. Die in Ostindien vorkommende Lackschildlaus (Coccus Laccae) sticht in die Zweige gewisser Feigenbäume, die dadurch einen milchigen Saft von sich geben, der die Thiere umgiebt und erhärtet. Das Harz ist von dem in den Thieren enthaltenen rothen Farbstoff gefärbt. Man zieht den Lac-Dye aus dem Stocklack durch kohlensaures Natron aus und fällt darauf mit Alaun. Dieser Farbstoff ist von dem der Cochenille nicht sehr verschieden. Eben so kommt mit demselben der von dem Kermes (Coccus ilicis), von Coccus polonicus (Johannisblut) und von Coccus fabae überein. Letztere enthalten viel Fett, das durch Auspressen zum Theil entfernt werden kann.

Orseille und Persio. Unter Orseille (Archil), Persio und Cudbear versteht man teigartige Massen, welche als rothe Farbstoffe in den Handel kommen. Man erhält die Orseille, indem man mehrere Flechten (Roccella tinctoria, R. Montagnei, Usnea barbata, U. florida, Ramalina calicaris, Gyrophora pustulata u. s. w.) in ein feines Pulver verwandelt und das Pulver mit Harn angerührt der Fäulniß überläßt. Das durch die Fäulniß des Harnes entstandene kohlensaure Ammoniak wirkt auf die in diesen Flechten enthaltenen Flechtensäuren: Alpha- und Betaorsellsäure, Erythrinsäure, Gyrophorsäure, Evernsäure, Usninsäure ꝛc. ein, und verwandelt diese stickstofffreien Substanzen unter Austreten von Wasser in Orcin $C_{14}\,H_8\,O_4$, welches durch Aufnahme von Stickstoff und Sauerstoff in das Orcein $C_{14}\,H_7\,N\,O_6$ übergeht, welches letztere als der wesentliche Farbstoff der Orseille

zu betrachten ist. Letztere erscheint als röthlicher Teig von eigenthümlich veilchenartigem Geruche und alkalischem Geschmacke. Die Bereitung derselben geschieht hauptsächlich in England und Frankreich aus Flechten, die auf den canarischen Inseln, zum Theil auch auf den Pyrenäen gesammelt werden. — Der Persio, Cudbear oder rothe Indig ist ziemlich dasselbe Product als die Orseille. Er wurde früher in Schottland aus den dortigen Flechten dargestellt, jetzt aber in großer Menge in Deutschland (Stuttgart), Frankreich und England fabricirt. Er erscheint als röthlich violettes Pulver.

Weniger wichtige rothe Farbstoffe. Rothe Farbstoffe von untergeordneter Bedeutung sind die Alkannawurzel (Anchusa tinctoria), das Drachenblut, ein rothes Harz von Dracaena draco, und das Chicaroth, aus den Blättern der Bignonia chica, eines in Venezuela wachsenden Baumes.

Blaue Farbstoffe.

Blaue Farbstoffe. Indig. Unter den blauen Farbstoffen steht der Indig oben an, der zwar schon den Römern und Griechen bekannt war und von denselben zum Malen benutzt wurde, aber erst seit der Mitte des 16ten Jahrhunderts in Europa Anwendung fand. Der Indig ist ein im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Stoff. In der bedeutendsten Menge findet er sich in den Blättern verschiedener Arten der Anilpflanze (Indigofera). Außerdem ist er enthalten im Waid (Isatis tinctoria), im Nerium tinctorium, in der Marsdenia tinctoria, im Polygonum tinctorium, im Asclepias tingens u. s. w. Der Farbstoff des Indigs ist als solcher nicht in der Pflanze enthalten, sondern bildet sich erst, wenn der frisch ausgepreßte Saft der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Aus vielen Untersuchungen geht hervor, daß in der frischen Pflanze der farblose Farbstoff mit einer Base, mit Kalk oder einem Alkali verbunden, enthalten ist. Der Indig des Handels wird in Ost- und Westindien, in Süd- und Mittelamerika, in Aegypten u. s. w. aus der Anilpflanze dargestellt. In Ostindien erhält man auch Indigo aus Nerium tinctorium. Zur Gewinnung des Indigs aus den Anilpflanzen benutzt man hauptsächlich folgende fünf Arten: Indigofera tinctoria, I. anil, I. disperma, I. pseudotinctoria und I. argentea. Die Anilpflanze verlangt ein warmes Klima und einen Boden, dessen Lage vor Ueberschwemmungen geschützt ist. Nach gehöriger Entwickelung der Pflanzen werden dieselben mit

einer Sichel dicht am Boden abgeschnitten und darauf in die Indigfabrik gebracht, in der man den Indig auf folgende Weise darstellt: Gewöhnlich sind an dem Orte der Fabrikation zwei große Cisternen übereinander gemauert angebracht. Die Pflanzen werden zuerst in die obere, in die Gährungsküpe (Trempoire) gebracht und darin mit kaltem Wasser übergossen, so daß das Wasser einige Zoll hoch über den Pflanzen steht. Hier gerathen die Pflanzen in Gährung, die unter Entwickelung einer großen Menge Gas und eines eigenthümlichen Geruches vor sich geht. Die Flüssigkeit nimmt dabei erst eine grüne und dann eine blaue Farbe an. Bei einer Temperatur von 30° ist die Gährung nach 12—15 Stunden beendigt. Darauf läßt man durch einen unten angebrachten Hahn die Flüssigkeit in die zweite Cisterne, die Schlagküpe (Batterie) ablaufen, reinigt die erstere von den ausgezogenen Pflanzen, die man trocknet und als Brennmaterial benutzt, und legt sofort wieder frische Pflanzen ein, welche auf gleiche Weise behandelt werden. Diese Operation wird ohne Unterbrechung bis zur Beendigung der Ernte fortgesetzt. Die in der Schlagküpe befindliche Flüssigkeit ist klar, von grünlich gelber Farbe, und enthält den Farbstoff aufgelöst. Um ihn daraus abzusondern, wird die Flüssigkeit mit Stöcken oder Schaufeln umgerührt. Der Zweck dieses Schlagens ist, die Indiglösung in vielfache Berührung mit der atmosphärischen Luft zu bringen, wodurch sich der Indig blau färbt, und ferner, das Abscheiden des gebildeten Indigs zu befördern. Das Schlagen darf weder zu kurze, noch zu lange Zeit fortgesetzt werden. So wie der Arbeiter wahrnimmt, daß die blauen Farbetheilchen sich vereinigen und sich von der Flüssigkeit trennen, so wird das Umrühren eingestellt, um dem Farbstoffe Zeit zu geben, sich am Boden der Cisterne abzusetzen. Das Niedersinken der Farbetheilchen aus der Flüssigkeit befördert man zuweilen durch Kalilauge oder Kalkwasser. Die Menge des ausgeschiedenen Indigs beträgt von 1000 Th. Flüssigkeit 0,5—0,75 Th. Wenn sich aller Indig abgesetzt hat, zapft man die darüber stehende Flüssigkeit ab und bringt den breiartigen Niederschlag in den sogenannten Sammelkasten, in welchem er von dem überschüssigen Wasser getrennt wird. Darauf wird der Brei in Preßbeutel gebracht, um alles Wasser abtropfen zu lassen, und daraus in hölzerne Kasten geschüttet und getrocknet.

Eigenschaften des Indigs. Der im Handel vorkommende Indig ist von tiefblauer Farbe, mattem erdigen Bruche und giebt beim Reiben mit einem harten Körper einen glänzend purpurrothen Strich. Er enthält außer mineralischen

Bestandtheilen eine leimartige Substanz (Indigleim), einen braunen Körper (Indigbraun), einen rothen Farbstoff (Indigroth) und den eigentlichen Farbstoff, das Indigblau. Nur der Gehalt an letzterem bedingt seinen Werth als Farbematerial. Er beträgt von 20 bis 75—80 Proc., im Mittel etwa 40—50 Proc.

Indigprobe. Die Güte und Aechtheit des Indigs erkennt man an seiner tiefblauen Farbe, Leichtigkeit und seiner Reinheit im Bruche. Auf dem Wasser muß er schwimmen und sich in demselben völlig zertheilen lassen, ohne einen erdigen und sandigen Bodensatz zu geben. Beim Verbrennen darf er nur eine verhältnißmäßig geringe Menge weißer Asche hinterlassen. Beim raschen Erhitzen muß er einen purpurfarbenen Dampf entwickeln und sich in rauchender Schwefelsäure vollständig zu einer dunkelblauen Flüssigkeit auflösen. Denjenigen Indig, der beim Reiben mit einem harten Körper einen röthlichen kupferfarbenen Schein annimmt, nennt man gefeuerten Indig (Indigo cuivré). Um den Indig genau zu prüfen, untersucht man zuerst seinen Wassergehalt, indem man eine gewogene Menge desselben bei 100° trocknet; er darf dabei nicht mehr als 3—6 Proc. verlieren. Um die Menge der darin enthaltenen mineralischen Bestandtheile zu erfahren, verbrennt man ferner eine gewogene Portion und wägt den Rückstand, der bei guten Sorten 7—9,5 Proc. beträgt. Ein genaues Resultat über den Gehalt einer Indigsorte an Indigblau kann man aber nur durch die sogenannten Indigproben erlangen. Am häufigsten bedient man sich der

Chlorprobe. Chlorprobe. Man löst dazu eine gleiche Menge zweier vergleichungsweise auf ihren Werth zu untersuchender Indigsorten in der 10—12fachen Menge Nordhäuser Schwefelsäure auf und setzt zu einer jeden Lösung eine gleiche Menge Wasser. Zu einer jeden der verdünnten Lösungen setzt man in einem Cylinderglase so lange eine gemessene Chlorkalklösung zu, bis die blaue Farbe des Indigs verschwunden ist. Um einen Schluß aus dieser Probe auf den Gehalt an reinem Indigblau ziehen zu können, stellt man vorher einen Normalversuch mit einem, durch Sublimation aus dem Indig gewonnenen Indigblau an und berechnet aus den erhaltenen Resultaten den eigentlichen Werth der Indigsorten. — Die genauesten Resultate giebt folgendes von Berzelius empfohlenes Verfahren.

Probe durch Reduction. Man nimmt 100 Gran des zu untersuchenden gepulverten Indigs, eine gleiche Gewichtsmenge reinen gebrannten Kalk und ein Volumen Wasser, das ungefähr 200 Loth wiegt. Darauf löscht man den Kalk mit einem

Theile dieses Wassers, rührt das Kalkhydrat und den Indig zusammen, und spült den Brei mit dem übrigen Wasser in eine Flasche. Nachdem die Flasche einige Stunden lang gestanden hat, setzt man 200 Gran schwefelsaures Eisenoxydul hinzu und läßt den Niederschlag sich absetzen. Von der darüber stehenden Flüssigkeit zieht man ein Volumen ab, das dem vierten Theil des angewendeten Wassers entspricht, vermischt die abgezogene Flüssigkeit mit etwas Salzsäure und setzt sie dann der Luft aus, bis der reducirte Indig sich wieder in Indigblau verwandelt und als solches abgeschieden hat. Es wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Die erhaltene Quantität ist der vierte Theil derjenigen Menge, die in 100 Gran des untersuchten Indigs enthalten war.

Bolley's Probe. Nach Bolley benutzt man zur Indigprobe eine titrirte Lösung von chlorsaurem Kali, welche man zur Auflösung einer gewogenen Menge von Indig in Schwefelsäure, die mit etwas Salzsäure versetzt worden ist, setzt. Die angewandte Menge der chlorsauren Kalilösung, von welcher bekannt ist, wie viel derselben 100 Th. Indigblau zu entfärben vermag, giebt die Menge des in dem Indig enthaltenen Indigblau an. Nach Lindenlaub's Versuchen erhält man noch genauere Resultate, wenn man zur Zersetzung des chlorsauren Kali die schweflige Säure anwendet.

Indigblau. Das Indigblau kann aus dem Indig durch Sublimation, oder wie aus Vorstehendem hervorgeht, durch Behandeln des Indigs mit Kalk, schwefelsaurem Eisenoxydul und Wasser dargestellt werden. Das Indigblau hat die Formel $C_{16} H_5 N O_2$. Wenn man Indigblau bei Gegenwart eines freien Alkalis mit Substanzen zusammenbringt, die leicht Sauerstoff aufnehmen, wie mit schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefligsauren Salzen u. s. w., so bildet sich meist unter Wasserzersetzung Indigweiß oder reducirter Indig $C_{16} H_6 N O_2$, der aber, wie aus der Formel hervorgeht, kein reducirter Indig, sondern eine Verbindung des Indigblaus mit Wasserstoff ist. Auf dieser sogenannten Reduction des Indigs beruht zum Theil seine Anwendung in der Färberei. Das Indigblau löst sich in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die Indigblauschwefelsäure.

Blauer Carmin. Durch Fällen derselben mit kohlensaurem Kali erhält man den Indigcarmin oder blauen Carmin*) (Indigo soluble) als tiefblauen

*) Nicht zu verwechseln mit dem blauen Carmin ist eine unter demselben Namen bekannte Farbe, die man durch Reduction der Molybdänsäure durch Zinnchlorür

Niederschlag, der sich in 140 Th. kaltem Wasser löst. Man benutzt den Indigcarmin in der Wasser-, seltener in der Oelmalerei; in Vermischung mit Stärke und mit Hülfe eines Bindemittels in Täfelchen geformt, bildet er das Wasch- oder Neublau, das zum Bläuen der Wäsche ꝛc. angewendet wird.

Campecheholz. Das unter dem Namen Campecheholz oder Blauholz angewendete Farbeholz besteht aus dem von Rinde und Splint befreiten Kern des Stammes von dem Blauholzbaum (Haematoxylon campechianum), der in Amerika einheimisch ist und auf den Antillen angepflanzt wird. Die beste Sorte desselben ist das Campecheholz, die geringste das Domingoholz. Das färbende Princip darin ist das Haematoxylin, ein in blaßgelben, durchsichtigen, glänzenden Nadeln krystallisirender Körper, der an sich kein Farbstoff, sondern eine Farbstoff erzeugende Substanz ist, welche gefärbt erscheint, wenn man sie mit starken Alkalien, namentlich Ammoniak und Sauerstoff, in Berührung bringt. Die Lösung des Haematoxylin im Wasser ist farblos, geht aber durch die geringste Menge Ammoniak ins Purpurrothe über. Man benutzt das Blauholz zum Blau- und Schwarzfärben. Häufig stellt man jetzt Blauholzextract dar; bei der Fabrikation desselben ist zu berücksichtigen, daß das Haematoxylin sich unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft oxydirt und verändert; es muß deshalb Zutritt der Luft vermieden und das Abdampfen in Vacuumpfannen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen werden.

Lakmus. Der Lakmus (Tournesol) findet nicht in der Färberei, wohl aber zum Bläuen des Kalkes, zum Bestreichen der bekannten Reagenspapiere, zum Rothfärben des rothen Champagners u. s. w. häufig Anwendung. Man erhält ihn auf dieselbe Weise und aus denselben Flechten wie die Orseille und den Persio. Der Unterschied bei der Bereitung besteht nur darin, daß hier die Gährung weiter vorgeschritten und der rothe Farbstoff (Orcin) durch Zusatz von Kalk in einen blauen, Azolitmin $C_{18} H_{10} N O_{10}$, umgewandelt worden ist. Die gegohrene Masse wird mit Gyps und Kreide gemengt, und in Würfel geformt in den Handel gebracht. Einen dem Lakmus ähnlichen Farbstoff enthalten die im südlichen Frankreich fabricirten Bezetten oder Tournesolläppchen, mit dem Safte von Croton tincto-

---

erhält, und aus einem Gemenge von molybdänsaurem Molybdänoxyd und molybdänsaurem Zinnoxyd besteht.

rium gefärbte Läppchen, die durch Ammoniak blau gefärbt sind. Es kommen auch im Handel rothe Läppchen vor, die nicht mit Ammoniak behandelt worden sind.

Gelbe Farbstoffe.

Gelbe Farbstoffe: Gelbholz. Das **Gelbholz** ist das Holz des **Färbermaulbeerbaums** (Morus tinctoria) und wird als Kern des Stammes vorzüglich von Cuba, Domingo und Haiti in Europa eingeführt. Es ist von gelber, stellenweise von gelbrother Farbe. Die Ursache dieser Farbe ist ein krystallisirbarer farbloser Körper, das **Morin**, das sich im Holze mit Kalk verbunden vorfindet, und eine eigenthümliche Gerbsäure, die **Moringerbsäure**, die man in der Masse des Gelbholzes oft in großer Menge krystallinisch abgelagert findet. Das Morin wird an der Luft und unter dem Einflusse der Alkalien gelb gefärbt. Das Gelbholz wird zum Gelbfärben und seines bedeutenden Gehaltes an Gerbsäure wegen auch zum Schwarzfärben benutzt.

Fisetholz. Das **Fisetholz**, **Fustikholz**, ungarisches Gelbholz, ist ein grünlichgelbes, braun gestreiftes Holz, das von dem **Gerberbaum** (Rhus Cotinus), einem im südlichen Europa wachsenden strauchartigen Gewächse, stammt. Es enthält einen eigenthümlichen Farbstoff, das **Fustin**, und bedeutende Mengen von Gerbsäure.

Orlean. Der **Orlean** ist ein gelblichrother Farbstoff, der vorzugsweise zum Färben der Seide Anwendung findet. Er kommt in Form eines steifen Teiges in dem Handel vor und wird in Amerika, West- und Ostindien aus der Frucht der Bixa Orellana dargestellt. Nach **Chevreul** finden sich in dem Orlean zwei Farbstoffe, von denen der eine von gelber Farbe in Alkohol und Wasser löslich ist, während sich der andere von rother Farbe leicht in Alkohol, nicht aber in Wasser löst.

Gelbbeeren. Die **Gelbbeeren**, Avignonkörner (Grains d'Avignon), sind die Früchte von **Rhamnus tinctoria** und werden aus der Levante oder dem südlichen Frankreich und Ungarn eingeführt. Die Größe dieser Beeren ist sehr verschieden; man unterscheidet im Handel große und volle von heller Olivenfarbe, und kleinere, runzlige und dunkelbraune. Die ersteren sind vor ihrer vollständigen Reife eingesammelt worden, die anderen sind längere Zeit an den Aesten geblieben. Man trifft in den Gelbbeeren einen schön goldgelben Farbstoff, das **Chrysorhamnin**, und einen olivengelben, das **Xanthorhamnin**. Man benutzt die Gelbbeeren in der

Kattundruckerei, zum Färben von Papier, zur Fabrikation von Lackfarben ꝛc.

Curcuma. Die **Curcuma** ist die getrocknete Wurzel von Curcuma longa, einer in Ostindien, Java u. s. w. häufig angebauten Pflanze. Sie kommt entweder in eirunden Knollen oder in flachgedrückten Stücken von schmutziggelber Farbe vor. Der Farbstoff darin ist das **Curcumin**; es ist von gelber Farbe, sehr wenig haltbar und wird durch Alkalien rothbraun gefärbt.

Wau. Der **Wau** besteht aus dem Kraut und den Stengeln der Reseda luteola, die in südlichen Ländern wild wächst, häufig aber auch behufs der Färberei angebaut wird. Der französische Wau wird für den besten gehalten. Der darin enthaltene Farbstoff ist das **Luteolin**.

Quercitron. Unter **Quercitron** versteht man die von der Oberhaut befreite und gemahlene Rinde der in Nordamerika einheimischen **Färbereiche** (Quercus tinctoria). Es ist von heller Farbe und enthält außer einem gelben Farbstoff, dem **Quercitrin**, Gerbsäure. Wegen der Schönheit der Farbe wird das Quercitron häufiger als jeder andere gelbe Farbstoff in allen Zweigen der Färberei angewendet. Von den übrigen, einigermaßen wichtigen Farbstoffen seien erwähnt die **Scharte** (Serratula tinctoria), der **Färbeginster** (Genista tinctoria), das **Wongshy**, die Samenkapseln einer Gentiana, die **Purée** oder das **Jaune indien**, ein aus Ostindien eingeführter Farbstoff ungewissen Ursprungs, der aus dem Magnesiasalze der Euxanthinsäure besteht, und das **Morindagelb** aus der **Morinda citrifolia**. In neuerer Zeit hat man endlich die **Pikrinsäure**: $C_{12} H_3 (3 NO_4) O_2$, welche durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Steinkohlentheeröl (phenylige Säure $= C_{12} H_6 O_2$) entsteht, als gelbes Farbematerial für Seide und Wolle vorgeschlagen.

Schüttgelb. Das bekannte **Schüttgelb** wird dargestellt, indem man eines der vorstehenden gelben Farbematerialien mit Alaun auskocht und die durchgeseihte Abkochung über geschlemmte Kreide gießt. Gewöhnlich wendet man Gelbbeeren an, kocht dieselben mit 6 Th. Wasser und $1/5$ Th. Alaun aus und vermischt die Abkochung mit $1/2$ bis $3/4$ Th. Kreide. Letztere wird darauf auf ein Tuch zum Abtropfen gebracht und mittelst eines Trichters zu Kegeln geformt.

Braune, grüne und schwarze Farben. Die braunen Farben werden aus Blau und Roth mit Grau zusammengesetzt. Häufig färbt man auch braun mit gerbstoffhaltigen Pigmenten wie Weiden-, Eichen-, Wallnußrinde, namentlich mit Catechu, dem Extract aus dem Holze der Areca und Acacia catechu u. s. w. Schwarz wird erzeugt durch gerb- oder gallussaures Eisenoxydul-Oxyd oder durch chromsaures Kali und Blauholzabkochung*), Grün durch Mischen von Gelb und Blau oder durch Saft- oder Blasengrün, dem Safte von Rhamnus catharticus.

Die Bleiche.

Bleiche. Ehe die zu färbenden Garne oder Zeuge die Farbstoffe aufnehmen können, müssen sie von den fremdartigen Stoffen, die im natürlichen Zustande die Thier- und Pflanzenfasern umhüllen, und denjenigen, die von der vorhergehenden Verarbeitung des Spinnens und Webens herrühren, befreit werden. Man nennt die Operation, durch welche dies geschieht, das Zurichten. Durch dasselbe wird also die Faser reingelegt und die Operation selbst ist ein mehr oder weniger vollständiges Bleichen. Da die leinenen Gewebe zum größten Theile im ungefärbten Zustande Anwendung finden, so braucht hier nur das Bleichverfahren bei Baumwolle, Seide und Wolle angeführt zu werden. Alle aus diesen drei Körpern gewebten Stoffe müssen vollständig ausgebleicht sein, wenn sie mit hellen Farben ausgefärbt werden sollen. Bei dunkleren Farben ist eine dem Bleichen sich

---

*) Eine schwarze Farbenbrühe ist auch die gewöhnliche Schreibtinte, die wesentlich aus gerbsaurem Eisenoxydul und Oxyd besteht, welches letztere durch arabisches Gummi in der Flüssigkeit suspendirt gehalten wird. Eine sehr gute schwarze Tinte läßt sich nach folgender Vorschrift darstellen: Man zieht 1 Kilogr. zerstoßene Galläpfel und 15 Gr. Blauholz mit 5 Liter heißem Wasser aus, löst 600 Gr arabisches Gummi in 2½ Litern Wasser und 500 Gr. schwefelsaures Eisenoxydul für sich in einigen Litern Wasser. Darauf gießt man den Galläpfel- und Blauholzauszug mit der Lösung des Gummi und des schwefelsauren Eisenoxyduls zusammen, setzt einige Tropfen Lavendelöl und so viel Wasser hinzu, daß die Gesammtmenge der Flüssigkeit 11 Liter beträgt. Die Eisentinte hat außer der unangenehmen Eigenschaft, Stahlfedern anzugreifen, noch den Fehler, daß die damit geschriebene Schrift, wenn auch oft nach sehr langer Zeit, gelb wird. In der neueren Zeit hat daher Runge an eine Tinte erinnert, die von Leykauf in Nürnberg erfunden und schon vor Jahren von Carl Erdmann in Leipzig verbessert und eingeführt worden ist. Diese Tinte besteht aus 1000 Th. Blauholzabkochung (1 Th. Holz auf 8 Th. Wasser) und einem Theil neutral. chromsauren Kali (KO, CrO_3), zu welcher man etwas Quecksilberchlorid setzt. Diese Tinte empfiehlt sich durch ungemeine Wohlfeilheit, Schönheit und Dauerhaftigkeit; das färbende Princip darin ist eine Verbindung von Hämatein mit Chromoxyd.

Bleichen der Baumwolle. nähernde Zurichtung ausreichend. Durch das **Bleichen der Baumwolle** wird bezweckt, den gelben Farbstoff der rohen Baumwolle, die Weberschlichte (Leim, Dextrin, Stärke), eine fette Substanz und die während der Verarbeitung hereingekommenen Schmutztheile zu entfernen. Das Bleichen geschieht zuerst durch Einweichen der Baumwolle in siedendes Wasser, wodurch alle darin löslichen Stoffe fortgeschafft werden. Darauf kocht man dieselbe mit Kalkmilch oder mit einer Lösung von kohlensaurem Natron, wodurch die Weberschlichte aufgelöst und das Fett in eine seifenartige Verbindung übergeführt wird. Früher ließ man zu ihrer Entfernung die baumwollenen Zeuge eine Art Gährung überstehen. Nachdem die Schlichte und das Fett entfernt worden sind, behandelt man die Baumwolle mit Aetznatronlauge, wodurch eine harzähnliche Substanz, die sich den vorstehenden Operationen entzog, aufgelöst wird. Endlich bringt man die Zeuge in eine Auflösung von Chlorkalk, die man durch einströmenden Wasserdampf erhitzt, und spült sie darauf in Bottichen ab, in denen sich verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure befindet. Es bildet sich schwefelsaurer Kalk oder Chlorcalcium und freies Chlor, welches im Augenblick des Freiwerdens das Bleichen des Zeuges bewirkt ($ClO + ClH = 2\,Cl + HO$; vergl. Seite 55). Die anhängende freie Säure wird durch ein alkalisches Bad entfernt. Es ist einleuchtend, daß die Weiße des Zeuges um so größer ausfallen muß, je öfter diese Operationen wiederholt werden. — Zum Trocknen der gebleichten Zeuge bedient man sich jetzt häufig der **Centrifugal-Trockenmaschine**, welche aus zwei in einem Kasten eingeschlossenen und an den entgegengesetzten Seiten einer horizontalen Axe befestigten Körben von Metallgeflecht besteht. Wird in diese Körbe das zu trocknende Zeug gelegt, und die Axe vermittelst einer durch Räderwerk mit derselben verbundenen Kurbel rasch umgedreht, so fließt das Wasser durch die Wirkung der Centrifugalkraft aus dem Zeuge aus, und letzteres kann auf diese Weise in einigen Minuten lufttrocken gemacht werden.

Bleichen der Seide. Dem **Bleichen der Seide** geht das Entschälen voraus. Zu diesem Behufe behandelt man die Rohseide mit einer Auflösung von 30 Th. kohlensaurem Natron in 100 Th. Wasser und kocht dann die entschälte (degummirte) Seide mit Wasser aus. Durch diese beiden Operationen verliert die Rohseide ungefähr 25 Proc. von ihrem Gewichte. Bei seidenen Zeugen, die weiß bleiben sollen, wendet man darauf zum Bleichen schweflige Säure an, deren Darstellung und Wirkungsart Seite 41 beschrieben

worden ist. Um das Weiße der Seide besser hervorzuheben, pflegt man derselben einen röthlichen Schimmer durch eine Lösung von Orlean in Seifenwasser, oder einen bläulichen Schein durch Indig zu geben.

Bleichen der Wolle. Die Wollenbleiche beginnt mit dem Entschweißen, d. h. mit der Reinigung von der fettigen Kaliseife, die der Wolle im rohen Zustande als eine Ausscheidung der Haut anhängt. Diese Operation wird durch Behandeln der Wolle mit faulem Harn (kohlensaurem Ammoniak) oder mit einer Seifenlösung ausgeführt. Die Wolle verliert dabei 20—30 Proc. an Gewicht. Für die meisten Farben ist diese vorbereitende Reinigung hinreichend, nicht aber für zarte Farben und Zeuge, auf welche Farben aufgedruckt werden sollen. Bei den letzteren ist ein Bleichen durch schweflige Säure nöthig.

Färberei.

Färberei. Ebenso wie die Kohle Farbstoffe aus Lösungen unverändert in sich aufzunehmen vermag, ebenso ist die thierische und vegetabilische Faser im Stande, Pigmente aus Lösungen zu entziehen und sich damit zu verbinden. Die Verbindung ist aber in der Regel eine so lockere, daß sie durch wiederholte Behandlung mit demselben Lösungsmittel besonders in der Wärme leicht zerstört wird. So kann man eine Faser, die mit schwefelsaurem Indig, mit in Oxalsäure gelöstem Berlinerblau u. s. w. gefärbt ist, durch fortgesetztes Waschen entfärben. Die Faser wird daher erst dann eigentlich gefärbt werden, wenn der aufgelöste Farbstoff mit der Faser eine Verbindung eingegangen ist, die durch Behandeln mit dem Lösungsmittel nicht mehr gehoben wird. Die erzeugte Farbe heißt eine ächte; sie widersteht der Witterung, dem Lichte, dem Seifenwasser, schwachen alkalischen Laugen und sehr verdünnten Säuren. Eine Farbe, die unter diesen Einflüssen zerstört wird, heißt unächt.

Die zum Färben nothwendige unlösliche Verbindung der Faser mit dem Farbstoff läßt sich auf verschiedene Weise erzeugen. Sie läßt sich darstellen 1) durch Entfernung der Auflösungsmittel. Auf diese Art läßt sich Kupferoxyd, das sich in Ammoniak gelöst befindet, durch bloßes Verdunsten des Ammoniak auf der Faser fixiren. Die unlösliche Verbindung kann 2) durch Oxydation hervorgebracht werden, indem durch Aufnahme von Sauerstoff der vorher lösliche Farbstoff unlöslich wird. Hierher gehören

außer dem schwefelsauren Eisenoxydul und Manganoxydul, das durch Oxydation in unlösliches Oxydhydrat übergeht, die gerbsäurehaltigen Vegetabilien, welche außerdem einen Farbstoff enthalten, wie Quercitron, Sumach, Gelbholz, Fiset u. s. w. Wenn man Zeug mit einem wässerigen oder alkalischen Auszug dieser Substanzen tränkt und dasselbe der Luft aussetzt, so wird der Farbstoff braun und löst sich in Wasser nicht mehr auf. Eine gleiche Veränderung wird schneller hervorgebracht, indem man auf diese Weise getränkte Zeuge mit oxydirenden Mitteln, wie mit Chromsäure (chromsaurem Kali) behandelt. Ein Beispiel dieser Art ist das Schwarzfärben mittelst Blauholz und chromsaurem Kali, wo das Hämatoxylin des Holzes zu Hämateïn oxydirt und die Chromsäure zu Chromoxyd reducirt wird. In dieselbe Kategorie gehört gewissermaßen auch das Blaufärben mit Indig in der Küpe, von welchem später die Rede sein wird; in diesem Falle geht aber die Färbung dadurch vor sich, daß allerdings Sauerstoff aufgenommen, aber zugleich Wasserstoff aus dem Indigweiß ausgeschieden wird, das sich mit dem Sauerstoff zu Wasser verbindet. In vielen Fällen sucht man 3) die unlösliche Verbindung durch doppelte Zersetzung hervorzubringen, so erzeugt man Blau durch Ferrocyankalium (Kaliumeisencyanür, Blutlaugensalz), das mit einer Säure zersetzt worden ist, und durch Eisenoxyd; Grün durch arsenigsaures Kali und Kupfervitriol, Gelb durch chromsaures Kali und ein lösliches Bleisalz. Diese Art der Fixirung der Pigmente findet nur bei Mineralfarben Anwendung. Die wichtigste und gebräuchlichste Methode der Fixirung der Farben ist endlich 4) das B e i z e n. Unter einer Beize versteht man die Lösung eines Körpers, der an sich kein Farbstoff, zu der Faser wie zu dem Pigment aber Verwandtschaft hat und die Verbindung beider vermittelt. Die wichtigsten dieser Körper, die man zu Beizen (Mordants) anwendet, sind Alaun, schwefel- und essigsaure Thonerde, essigsaures Eisenoxyd und Zinnchlorür*), Fette, Gerbsäure und Caseïn. Durch diese Beizen werden die zu färbenden Zeuge gezogen, und dann erst in die Farbelösung gebracht. Die meisten organischen Pigmente sind nur vermittelst der Beizen zum Färben anwendbar. — B a n k r o f t theilt die Farben ein in s u b s t a n t i v e

---

*) Das Zinn wendet man als Beize in folgender Lösung an: In ein Gemisch von zwei Theilen Salzsäure und einem Theil Salpetersäure trägt man gekörntes Zinn so lange ein, als noch daran etwas aufgelöst wird. Diese Lösung nennt man P h y s i k oder P h y s i k b a d, und die mit Hülfe derselben erhaltenen Farben P h y s i k f a r b e n.

und adjective; mit dem Namen der ersteren bezeichnet er diejenigen, die sich ohne irgend ein Zwischenmittel mit der Faser verbinden, zu denselben gehören alle mineralischen Pigmente, und von den vegetabilischen: Indigo, Curcuma, Orlean, Safflor u. s. w. Unter den adjectiven Farben versteht er hingegen diejenigen, die eines Intermediums bedürfen, um auf der Faser haften zu können. Diese Zwischenmittel sind die Beizen. Letztere haben aber nicht nur die Bestimmung, die Verbindung der Faser mit dem Farbstoff zu bewerkstelligen, sie können auch dazu dienen, eine solche Veränderung in den schon vorher mit Erd= oder Metallsalzen getränkten Zeugen hervorzubringen, daß die damit versehenen Stellen beim Herausnehmen aus der Farbenbrühe (der Flotte) weiß erscheinen. Man nennt solche Beizen entfärbende Beizen, Schutzbeizen, Aetzbeizen, Reservagen. Zu ihnen gehören Phosphorsäure, Weinsäure, Oxalsäure, arsenige Säure, oxalsaures Kali u. s. w. Die bei der Kattundruckerei zu erwähnenden Schutzpappen gehören ebenfalls hierher. Oefters haben aber auch die Beizen den Zweck, schon vorhandenen Beizen einen anderen Ton zu geben, die gehaltene Farbe lebhafter und reiner hervortreten zu lassen und dadurch das Zeug zu schönen oder zu schauen (avviviren); letzteres geschieht durch Ziehen des schon gefärbten Zeuges durch schwach saure oder alkalische Flüssigkeiten, oder durch eine andere Farbenbrühe. Man nennt solche Beizen Modificationsbeizen.

Beizen.

Wollenfärberei.

Wollenfärberei. Die Wolle wird entweder ungesponnen als Flockwolle, oder gesponnen als Garn, oder als Gewebe, als Tuch oder Zeug gefärbt. Da bei der Verarbeitung der Wolle stets ein Theil beim Weben, Walken und Scheeren abfällt, so ist es vortheilhaft, die Wolle im gesponnenen Zustande zu färben. Wenn die zu erzeugende Farbe ächt werden soll, so werden die zu färbenden wollenen Stoffe vorgebeizt. Dies geschieht durch Kochen (Ansieden) der Wolle in einer Lösung von Alaun und Weinstein. Für gewisse Farben wendet man Physikbad oder Zinncomposition, oder Pinksalz (vergl. Seite 206) an. Der wichtigste Theil der Wollenfärberei ist die Blaufärberei. Am häufigsten erzielt man die blaue Farbe mit Indig, der die schönsten und dauerhaftesten Farben erzeugt, oder für Merinos und ähnliche Stoffe mit Berlinerblau, oder endlich ordinäre Zeuge mit Blauholz und schwefelsaurem Kupferoxyd. Ob ein Stoff mit Indig, Berlinerblau oder Kupfersalzen gefärbt ist, läßt sich auf folgende Weise erkennen: Mit Indig gefärbte Wolle verändert beim Kochen

Blaufärberei.

mit Kalilauge oder beim Befeuchten mit concentrirter Schwefelsäure ihre Farbe nicht. Mit Berlinerblau gefärbte Wolle nimmt beim Kochen mit Kalilauge eine rothe Farbe an und entfärbt sich beim Berühren mit Schwefelsäure. Mit Kupfersalz gefärbte Wolle endlich wird durch verdünnte Schwefelsäure roth und hinterläßt kupferhaltige Asche.

Indigblau. Wolle wird durch Indig stets auf die Weise gefärbt, daß man sie in eine Auflösung von Indigweiß in einer alkalischen Flüssigkeit bringt, und dann der Luft aussetzt. Folgendes Schema mag die Färberei vermittelst Indig verdeutlichen:

$$\underbrace{C_{16}\,H_6\,N\,O_2}_{\text{Indigweiß.}} + O = \underbrace{C_{16}\,H_5\,N\,O_2}_{\text{Indigblau.}} + HO$$

Indigküpen. Das Gefäß, in welchem die Auflösung des Indigs vorgenommen wird, heißt die Küpe. Dieser Name ist auch auf das Verfahren des Färbens übergegangen, so daß man unter Indig- oder Blauküpe die in der Färberei übliche Methode, den Indig aufzulösen, versteht. Man löst den Indig entweder, indem man denselben reducirt, oder, indem man ihn mit Schwefelsäure behandelt. Man theilt die Küpen ein in warme und kalte Küpen. Zu den warmen rechnet man die Waid- und die Potaschenküpe, zu den kalten die Vitriol-, die Urin-, die Operment- und die Zinnoxydulküpe.

Waidküpe. Die Waidküpe (Pastellküpe), auch schlechtweg warme Küpe genannt, wurde besonders ehemals angewendet, als der Indig unbekannt, und statt dessen der Waid (Isatis tinctoria) benutzt wurde. In späteren Zeiten setzte man zu dem Waid eine gewisse Menge Indig. Man füllt die Küpe mit getrocknetem Waid, Indig, Krapp, gebranntem Kalk, Kleie und Potasche. Anstatt des Krapp wendet man zuweilen Wau an. Man übergießt diese Substanz mit Wasser, erhitzt die Küpe, bis das Bad gehörig kocht, rührt es dann um und überläßt das Bad sich selbst. Nach 16—24 Stunden tritt die Gährung ein, die sich durch einen ammoniakalischen Geruch und einen blauen Schaum (die Blume) auf der Oberfläche der Flüssigkeit zu erkennen giebt. Dabei wird die Flüssigkeit durch die Umwandelung der Kleie in Milchsäure so sauer, daß zur Abstumpfung der Säure Kalk zugesetzt werden muß. Man taucht die zu färbenden Substanzen in die Küpe ein und läßt sie ungefähr eine Stunde lang darin. An der Luft nehmen sie darauf eine blaue Farbe an.

Potaschenküpe. Zur Darstellung der Potaschenküpe, indischen oder Indigküpe nimmt man auf 12 Th. Indig, 8 Th. Krapp, 8 Th. Kleie und 24 Th. Potasche, erwärmt anfänglich auf 50°, und setzt nach 36 Stunden noch 12 Th. und nach 48 Stunden abermals 12 Th. Potasche hinzu. Nach drei Tagen ist die Gährung so weit vorgeschritten, daß die Küpe zum Färben bereit ist. Diese Küpe färbt schneller und besser als die Waidküpe und ist auch weit leichter zu behandeln. Man benutzt sie zu Elbeuf und Louviers in Frankreich zum Färben des Tuchs. In der neueren Zeit kommt die mit kohlensaurem Natron und Aetzkalk dargestellte Sodaküpe immer mehr und mehr in Aufnahme.

Vitriolküpe. Bei der Vitriolküpe wird Indig mit Wasser, schwefelsaurem Eisenoxydul, Kalk (oder Kali und Natron) zusammengebracht. Die Flüssigkeit wird sehr bald entfärbt und wird besonders, um schnell zu färben, angewendet. Die Reduction des Indigs geht hierbei auf folgende Weise vor sich: Der Kalk scheidet aus dem schwefelsauren Eisenoxydul unter Bildung von Gyps Eisenoxydulhydrat ab, das in Oxyd überzugehen strebt. Es bewirkt in dessen Folge eine Wasserzersetzung; der Sauerstoff des Wassers verwandelt das Oxydul in Oxyd, während der Wasserstoff zu dem Indigblau tritt und reducirten Indig bildet:

$$\underbrace{C_{16}\,H_5\,NO_2}_{\text{Indigblau.}} + \underbrace{2\,FeO,\,SO_3}_{\text{schwefels. Eisenoxydul.}} + 2\,CaO + HO =$$

$$\underbrace{2\,CaO,\,SO_3}_{\text{Gyps.}} + \underbrace{Fe_2\,O_3}_{\text{Eisenoxyd.}} + \underbrace{C_{16}\,H_6\,NO_2}_{\text{Indigweiß.}}$$

Die Vitriolküpe wird häufiger zum Färben von Baumwollen- und Leinenstoffen, als in der Wollenfärberei benutzt.

Urinküpe. Die Urinküpe wird durch Auflösen von Indig in faulem Harn dargestellt. Die Reduction des Indigs geschieht durch die organischen Substanzen des faulen Harnes, die Lösung des reducirten Indigs durch das durch die Fäulniß des Harnstoffs entstandene kohlensaure Ammoniak. Man benutzt die Urinküpe zum Färben von Wolle und Leinen, wiewohl sehr selten.

Opermentküpe. Die Opermentküpe dient vielmehr in der Kattundruckerei als zum Blaufärben der Wolle. Man stellt sie durch Auflösen von Operment (Schwefelarsenik $As\,S_3$) und Indig in Kalilauge dar, und trägt die Lösung mit Gummi verdickt auf. Die Reduction geht auf folgende

Weise vor sich: Operment und Kali geben unter Wasserzersetzung arsenik-saures Kali und unterschwefligsaures Kali; der frei werdende Wasserstoff verbindet sich mit dem Indigblau zu Indigweiß:

$$\underbrace{16\ C_{16}\ H_5\ N\ O_2}_{\text{Indigblau.}} + \underbrace{2\ As\ S_3}_{\text{Operment.}} + \underbrace{5\ KO}_{\text{Kali.}} + 16\ HO =$$

$$\underbrace{2\ KO,\ As\ O_5}_{\text{Arseniksaur. Kali.}} + \underbrace{3\ KO,\ S_2\ O_2}_{\text{Unterschwefligs. Kali.}} + \underbrace{16\ C_{16}\ H_6\ N\ O_2}_{\text{Indigweiß.}}$$

Zinnoxydulküpe. Bei der Zinnoxydulküpe bringt man den Indig mit einer Auflösung von Zinnoxydul in Aetzkali zusammen:

$$\underbrace{Sn\ O,\ KO}_{\text{Zinnoxydul-Kali.}} + \underbrace{C_{16}\ H_5\ N\ O_2}_{\text{Indigblau.}} + HO = \underbrace{C_{16}\ H_6\ N\ O_2}_{\text{Indigweiß.}} + \underbrace{Sn\ O_2,\ KO}_{\text{Zinnoxyd-Kali.}}$$

Diese Küpe wird ebenfalls hauptsächlich in der Kattundruckerei angewendet.

Sächsischblau. Wie schon Seite 444 angegeben worden ist, löst sich der Indigo in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die Indigblauschwefelsäure. Dieselbe dient zum Blaufärben der Wolle. Um die Lösung derselben (die Indigcomposition) darzustellen, löst man 1 Th. Indig in 4—5 Theilen rauchender Schwefelsäure, schüttet die Lösung in einen Kessel mit Flußwasser, und bringt in die Flüssigkeit Flockenwolle, die man darin 24 Stunden lang liegen läßt. Nach Verlauf dieser Zeit, während welcher sich die Indigblauschwefelsäure auf die Wolle niedergeschlagen hat, läßt man die Wolle abtropfen, bringt sie dann in einen Kessel mit Wasser, das mit etwas kohlensaurem Ammoniak, Natron oder Kali versetzt worden ist und läßt sie mit demselben einige Zeit lang sieden. Die so erhaltene Lösung (abgezogenes sächsisches Blau oder Bläue) wird zum Blaufärben angewendet. Soll Wolle mit dieser Lösung blau gefärbt werden, so wird sie mit Alaun ausgesotten und dann mit dieser Flüssigkeit behandelt. Es bildet sich auf der Wolle indigblauschwefelsaure Thonerde.

Wiederbelebung des Indigs. Um aus den Abfällen, den Lumpen von Tuch u. s. w., die mit Indig gefärbt sind, den Indig wieder zu gewinnen, behandelt man die Zeuge mit verdünnter Schwefelsäure, die bis auf 100° erwärmt ist. Es löst sich die Wolle auf, während der Indig unlöslich zu Boden fällt. Militärmontur-Tücher können bis zu 3—5 Proc. Indig geben. Die saure Lösung der Wolle wird mit Kreide neutralisirt; der entstehende schwefelsaure

Kalk eignet sich wegen der darin enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen als Düngemittel.

Blaufärben mit Berlinerblau.

Mit Berlinerblau färbt man Wolle auf zweierlei Art. Die erste Art besteht darin, die Wolle mit einer Eisenoxydlösung zu tränken, und dann durch eine Lösung von Ferrocyankalium, die mit Schwefelsäure angesäuert ist, zu ziehen. Das zweite Verfahren beruht auf der Benutzung der zersetzenden Einwirkung der Luft auf die Ferrocyanwasserstoffsäure. Man taucht die Zeuge in eine Auflösung von Ferrocyankalium, Schwefelsäure und Alaun in Wasser, und setzt sie nachher der atmosphärischen Luft aus; die Ferrocyanwasserstoffsäure zersetzt sich in entweichende Blausäure und in auf der Faser zurückbleibendes Eisencyanürcyanid. (Vergl. Seite 168.) Das neue Verfahren von Weitzendorf, vermittelst des Berlinerblaus Farbentöne darzustellen, die den durch Sächsischblau hervorgebrachten nicht nachstehen, beruht auf der Anwendung des Ferridcyankalium (siehe Seite 167). Nach dieser Methode nimmt man eine Lösung von Ferridcyankalium, Zinnchlorid ($Sn\,Cl_2$), Weinsäure und Oxalsäure, in welcher man die Wolle erhitzt. Die Oxalsäure bewirkt die Lösung des Berlinerblaus, welches letztere beim Färben nur in aufgelöster Form wirken kann, während das unlösliche unbenutzt verloren geht. Die Weinsäure erhöht den Glanz und die Lebhaftigkeit der Farbe.

Blaufärben mit Campecheholz und Kupfersalzen.

Um mit Campecheholz und Kupfersalzen blau zu färben, bereitet man ein Bad, in welchem man Campecheholz kochen läßt und bringt dann Alaun, Weinstein und schwefelsaures Kupferoxyd hinein. In dieser Brühe läßt man die Wolle kochen. Nach dem Ausfärben werden die Zeuge durch Kochen in einem Bad von Campecheholz, Zinnchlorür, Alaun und Weinstein geschönt. Die mit Campecheholz gefärbten und darauf geschönten Tuche haben vor den mit Indig im Stück gefärbten den Vorzug, daß sie durch Reibung und durch den Gebrauch nie weiß werden.

Gelbfärberei.

Die zum Gelbfärben der Wolle am häufigsten angewendete Substanz ist der Wau, der die Eigenschaft hat, beim Zusammenbringen mit reinem Alkali weniger roth gefärbt zu werden als die übrigen gelben Farbstoffe. Die Wasserfarben bleiben an der Luft ziemlich lange unverändert, obgleich ihre Haltbarkeit mit der der Indigfarben nicht zu vergleichen ist. Die Wolle wird zuerst mit einer Lösung von Alaun und Weinstein, und dann in einem frischen Bade von Wau gekocht. Mit etwas Fiset=

holz oder Krapp modificirt, erhält man rothgelb, mit etwas Indigschwefelsäure citronengelb. Des Gelbholzes bedient man sich weniger zur Darstellung von reinem Gelb als von gemischten Farben. Die große Menge der in dem Gelbholz enthaltenen eigenthümlichen Gerbsäure bewirkt, daß mit dem Gelbholz ohne Beizen gefärbt werden kann; obgleich die so behandelte Flockenwolle eine für das Verspinnen sehr nachtheilige Härte annimmt. Der Vorschlag, aus den Abkochungen des Gelbholzes die Gerbsäure durch Hautabfälle zu fällen, ist in so fern ein widersinniger, als die in dem Gelbholz enthaltene Gerbsäure eine gelbfärbende ist, und das Gelbholz durch Entfernung dieser Säure des größten Theils seines Farbstoffs beraubt werden würde. Das Fisetholz wendet man vorzugsweise zum Gelbfärben der Merinos an.

Rothfärberei. Bei dem Rothfärben der Wolle wendet man am häufigsten den Krapp an. Die Operation der Krappfärberei zerfällt in das Ansieden und das Aussieden im Krappbade. Bei derselben muß möglichst reines Wasser angewendet werden, da besonders Kalksalze der Farbe einen eigenthümlichen violetten Ton geben. Das Ansieden geschieht in einer Lösung von Alaun und Weinstein, das Aussieden in dem Krappbad, in welchem der Krappgehalt mindestens die Hälfte vom Gewicht der Wolle beträgt. Nach dem Ansieden wird die Wolle sorgfältig ausgewaschen, um alle holzigen Theile, die an der Wolle hängen, zu entfernen. Das Rothfärben mit Cochenille geht eben so wie die Krappfärberei durch Ansieden und Aussieden vor sich. Die Nüancen mit einem Stich ins Gelbe führen den Namen Scharlach, die mit einem Stich ins Rothe Ponceau. Man siedet mit einem Bad aus Cochenille, Weinstein und Zinnsalz an und färbt mit Cochenille und Zinnsalz aus.

Grünfärben. Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Gewöhnlich färbt man erst die Wolle blau, läßt sie dann mit Weinstein und Alaun kochen und färbt dann mit Gelbholz oder Wau aus. Das zu Spieltischen, Billardüberzügen u. s. w. angewendete grüne Tuch wird auf folgende Weise gefärbt: Man macht eine schwache Abkochung von Gelbholz, schüttet in das Bad etwas Sächsischblau und löst darin Alaun und Weinstein. Darauf taucht man die Stücke herein und erhält das Bad 2 Stunden lang im Sieden. Nach dem Auswaschen bringt man das Tuch in ein frisches Gelbholzbad, zu welchem man abermals eine kleine Menge Sächsischblau gesetzt hat und färbt es darin aus. — Auf ähnliche Weise

Bunte Farben. erzeugt man durch Cochenille, Fisetholz, Krapp, Gelbholz ꝛc. alle Arten gemischter Farben.

Schwarze Farben. Die schwarze Farbe der Wolle entsteht gewöhnlich aus einer Verbindung des Eisenoxydes mit Gerbsäure und Gallussäure. Man beizt die Wolle mit schwefelsaurem Eisenoxydul an und färbt dann vermittelst einer Abkochung von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. aus. Zu ächtem Schwarz (Sedanschwarz) giebt man den Tüchern in der Indigküpe einen dunkelblauen Grund, wäscht sie dann sorgfältig aus, bringt sie in ein Bad von Sumach und Blauholz, läßt sie darin 3 Stunden lang sieden und setzt darauf schwefelsaures Eisenoxydul hinzu. Diese Operation wird wiederholt, bis das Tuch eine intensiv schwarze Farbe angenommen hat. Bei unächtem Schwarz (Bedarieuxschwarz, Tourschwarz, Genferschwarz) nimmt man Blauholz, Sumach mit etwas Gelbholz, als Basis und wendet zum Schwarzfärben schwefelsaures Eisenoxydul und schwefelsaures Kupferoxyd an. Das Schwarzfärben mit chromsaurem Kali (das Chromschwarz) — eine Erfindung von Leykauf in Nürnberg — wird auf folgende Weise ausgeführt: Man siedet mit einer Lösung von doppelt-chromsaurem Kali und Weinstein an und färbt mit einer Abkochung von Blauholz aus. Anstatt des schwefelsauren Eisenoxyduls wendet man zweckmäßiger essigsaures (holzsaures) Eisenoxydul an.

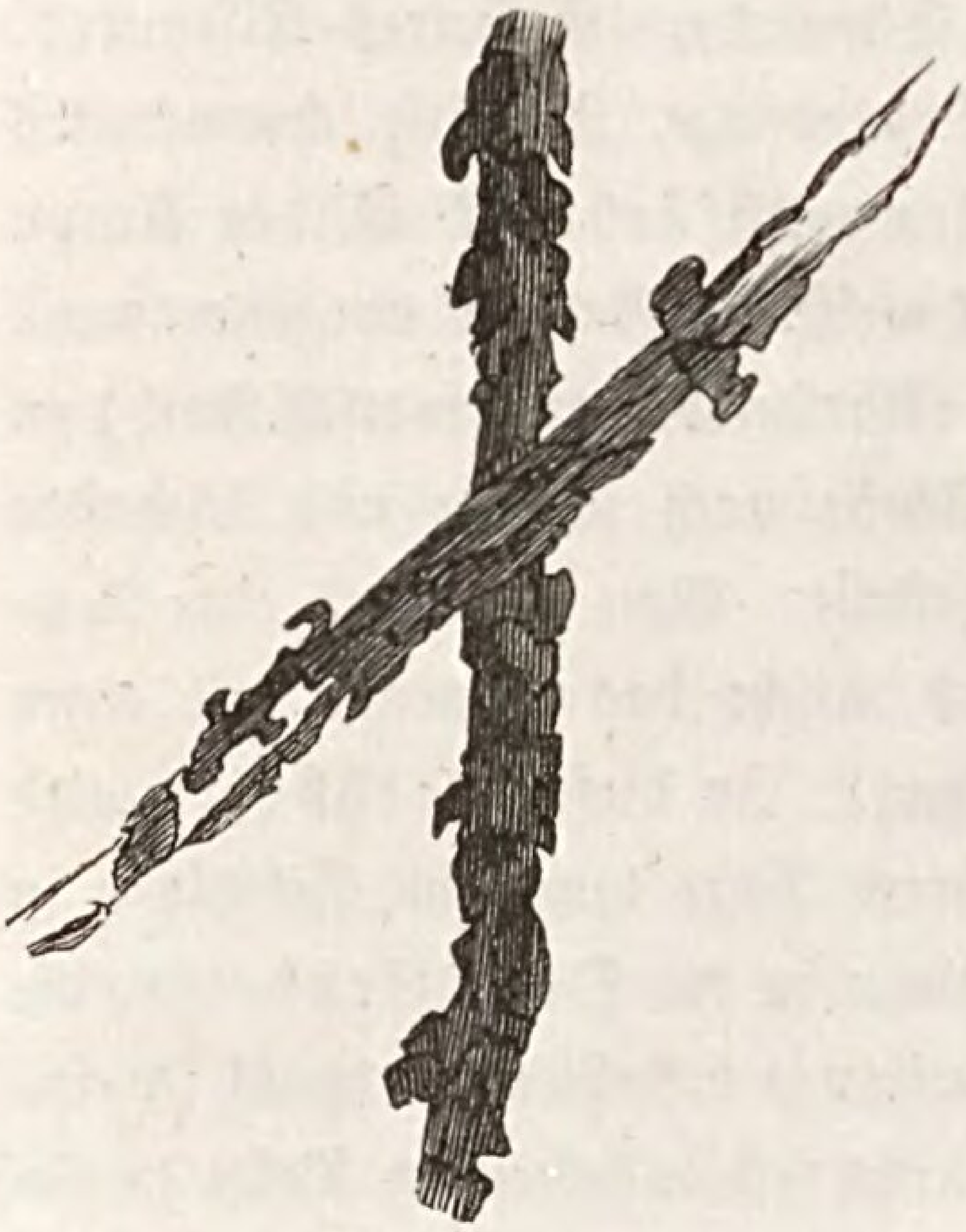
Weißes Tuch. Weißes Tuch erhält man, indem man das Tuch nach dem Schwefeln durch Kreide zieht, und nach dem Trocknen ausklopft und ausbürstet.

Seidenfärberei. Seidenfärberei. Die Seide wird gewöhnlich roh, nachdem sie entschält, gebleicht oder geschwefelt worden ist, gefärbt. Die bei der Seidenfärberei angewendeten Beizen dürfen nicht siedend, sondern müssen kalt angewendet werden. Schwarze Farben. Um die Seide schwarz zu färben, wird dieselbe gallirt, d. h. durch ein gerbsäurehaltiges Bad gezogen, und dann mit schwefelsaurem oder essigsaurem Eisenoxydul ausgefärbt. — Die Seide in Schwerschwarz nimmt eine Gewichtsmenge Farbstoff auf, die 60, 80, ja selbst 100 Proc. ihres eigenen Gewichtes beträgt*). Der Seidenfärber muß auf Verlangen für 100 Pfund rohe Seide 160, 180—200 Proc. schwerschwarzgefärbte abliefern. In Deutschland wendet man als

*) Die zu Schuhschnüren bestimmte Seide giebt sogar 255 Proc. gefärbte Seide auf 100 rohe.

gerbsäurehaltige Substanz Knoppernextract oder sogenannten „schwarzen Seidengrund", ein in Böhmen fabricirtes sehr adstringirendes Extract, an. Oft ist die schwarze Seide im höchsten Grade mit Farbe gesättigt, wodurch das Zeug eine scheinbar große Stärke erhält, während die Farbe unhaltbar ist und das Zeug abfärbt. Eine solche Farbe heißt Durstfarbe. Unter dem Mikroskop beobachtet man, daß die Farbe den Seidenfäden nur lose anhaftet (Fig. 108). Eine blaue Färbung wird der Seide mittelst Indig- oder Berlinerblau ertheilt. Man wendet seltener die Indigküpe, als den gereinigten schwefelsauren Indig (den abgezogenen Indig; S. 455) an. Um mit Berlinerblau zu färben, taucht man das Zeug zuerst in ein Gemenge von Wasser, Raymond'scher Flüssigkeit *) und Zinnchlorür, wäscht es mit Wasser aus und zieht es durch eine siedendheiße Seifenlösung. Nach dem Auswaschen taucht man es in eine Lösung von Kaliumeisencyanür, die mit etwas Salzsäure angesäuert worden ist. Man erhöht die Schönheit der Farbe, wenn man die gefärbte Seide durch ammoniakhaltiges Wasser zieht. Die rothe Färbung wird vorzüglich mittelst Safflor (Carthamin) und Cochenille dargestellt. Zu den feineren Farben färbt man mit Safflorabkochung erst Baumwolle, zieht diese dann mit kohlensaurem Natron aus, und schlägt den Farbstoff aus der Lösung mittelst einer Säure nieder; oder man bedient sich sogleich des Rouge végétale (siehe Seite 439). Gelb färbt man am häufigsten durch Wau, zu welchem man, wenn eine ins Orange ziehende Farbe erhalten werden soll, etwas Orlean setzt. Zuweilen erzeugt man auf Seide durch die Einwirkung von Salpetersäure ein Hellgelb durch die Bildung von Pikrinsäure, das durch die Einwirkung der Alkalien dunkler wird. Um Orangegelb zu erzeugen, zieht man die Seide durch eine alkalische

Fig. 108.



*) Die Raymond'sche Flüssigkeit besteht aus schwefelsaurem Eisenoxydul in Salpetersäure gelöst. Das vermittelst dieser Flüssigkeit hervorgebrachte Blau heißt Raymond's-Blau.

Orleanlösung. Zu Grün wird erst mit Wau gelb und dann mit abgezogenem Indig blau gefärbt. Zu Lila wendet man Orseille, oder Blauholz und Zinnchlorid (Pensé-Physikbad) an.

Baumwollenfärberei. Baumwollenfärberei. Man färbt die Baumwolle als Garn oder als Zeug, am häufigsten wohl als Garn. Sie ist weit schwerer ächt zu färben als Wolle und bedarf eine weit kräftigere Beize. Nachdem die Baumwolle mit einer alkalischen Lauge behandelt worden ist, wird sie mit Alaunlösung, zu der etwas kohlensaures Kali gesetzt worden ist, gealaunt und dann in einer Abkochung von Galläpfeln gallirt. Anstatt des Alauns wendet man auch essigsaure Thonerde, essigsaures Eisenoxyd, weinsaure oder oxalsaure Thonerde, Kupferoxydsalze, Zinnsalz, chromsaures Kali u. s. w. an. Bei der Baumwollenrothfärberei ist der Krapp besonders wichtig. Vorzugsweise ist das meist an Garnen vorgenommene Färben mit Türkischroth (Adrianopelroth, indisch Roth) zu erwähnen, das nach dem Waschen der Stoffe noch schöner und lebhafter wird.

Türkischrothfärberei. Es wird auf folgende Weise dargestellt: Man verbindet eine Aetzkalilösung mit Schaf- und Kuhkoth und mischt das Gemenge mit einer Lösung von Oel in einer Potaschenauflösung. In dieser Kothbeize wird das Garn herumgearbeitet und dann mehrere Tage lang zum Schwitzen in eine Kiste gelegt. Darauf kommt das Garn in die Oelseifenbeize, die aus Olivenöl (Tournantöl), Seife und Kalilauge besteht und darauf in eine Potaschenlösung, um das Garn von der nicht fest anhaftenden Beize zu befreien. Nachdem das Garn getrocknet worden ist, wird es mit einer warmen Alaunlösung gebeizt und wiederholt mehrere Stunden mit Krapp ausgefärbt. Um das Zeug zu schönen, d. h. die Farbe lebhafter zu machen, wird es nach dem Färben in einem kupfernen Kessel mit unverdünnter Lösung von Seife gekocht. Obgleich die Türkischrothfärberei in Europa schon seit Jahrhunderten eingeführt und vielfach verbessert worden ist, so ist doch in dieser langen Zeit keine genügende Erklärung dieses Processes gegeben worden, und die Theorie derselben ist gewissermaßen noch ein Geheimniß. Es ist wahrscheinlich, daß durch die Einwirkung des Kothes (der auch durch ein Gemenge von phosphorsauren Salzen mit Leim ersetzt werden kann) das Zeug eine Art von Animalisation erleidet, durch welches dasselbe die Eigenschaft erhält, schönere und glänzendere Farben anzunehmen, als wenn es nur mit mineralischen Substanzen gebeizt worden wäre. Neuere Untersuchungen haben ferner gezeigt, daß das dabei in großer Menge angewendete Oel, in

Berührung mit der Luft und sich zersetzenden thierischen Substanz selbst zersetzt und in eine Art Harz verwandelt werde, welches das eigentliche Mordant für das Türkischroth bildet. Persoz ist der Ansicht, daß das Oel die Hauptrolle bei der Türkischrothfärberei spiele und hält das Alaunen dabei für etwas Ueberflüssiges.

Blaufärben, Gelbfärben ꝛc. Das Blaufärben der Baumwolle ist dem der Wolle ziemlich gleich. Man färbt entweder in der Indigküpe oder mit schwefelsaurem Eisenoxydul und Blutlaugensalz (Chemischblau). Gelb erzeugt man durch Wau, Gelbholz, Quercitron, Orlean. Grün wird auf ähnliche Weise wie in der Wollenfärberei dargestellt. Dasselbe gilt auch für Schwarz u. s. w.

Das Färben der leinenen Zeuge geschieht ähnlich wie bei der Baumwolle, doch ist in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit der Leinfaser die Verwandtschaft derselben zu Farbstoffen weit geringer als die der Baumwollenfaser. (Vergl. Flachsbaumwolle Seite 258.)

Zeugdruckerei.

Zeugdruckerei. Die Zeugdruckerei hat zum Zweck, auf Wollen-, Seiden-, Baumwollen- und Leinenstoffen farbige Muster hervorzubringen. Die in derselben angewendeten Farben zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich in solche, die vermittelst gravirter Platten direct auf das Zeug aufgetragen werden (Applications-, Schilder- oder Tafeldruckfarben), und solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe hervorbringt. Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, der Indig und die Cochenille, zu den letzteren der Krapp, die Cochenille, das Blauholz, das chromsaure Bleioxyd, der Wau, der Sumach u. s. w. Es giebt viererlei Arten, die Zeuge zu bedrucken. Entweder man bringt 1) die hinlänglich mit einem Verdickungsmittel und der Beize vermischte Farbe auf das Zeug, oder man trägt 2) nur die verdickte Beize auf diejenigen Stellen des Zeuges auf, die Farbe erhalten sollen und zieht darauf das Zeug durch die Farbenbrühe; oder man färbt 3) das ganze Zeug, mit Ausnahme derjenigen Stellen, die eine andere Farbe erhalten sollen; diese Stellen werden mit einer Substanz bedeckt, die zu dem Farbstoff der Flotte keine Verwandtschaft hat, man nennt solche Substanzen Reservagen;

4) endlich kann man farbige Muster dadurch erhalten, daß man das Zeug gleichmäßig färbt und dann auf denjenigen Stellen, die anders gefärbt werden sollen, die Farbe wieder wegnimmt; zu diesem Behufe wendet man chemisch wirkende Substanzen, Aetzbeizen, Aetzmittel, Enlevagen an. Bei vielen Farben bedarf es der Einwirkung der Wasserdämpfe zur Befestigung der Farben; man nennt solche Farben Dampffarben. In der Zeugdruckerei wendet man leicht lösliche Beizen (Mordants) an, deren Säure sich leicht von der Base trennt, so daß letztere mit der Faser eine Verbindung eingehen kann. Meist wendet man als Beize essigsaure Thonerde (vergl. Seite 123) und essigsaures Eisenoxyd an. Seltener findet der Alaun oder eine Auflösung von Thonerde in Kali (thonsaures Kali) Anwendung. Um chromsaures Bleioxyd zu erzeugen, wendet man als Beize essigsaures Bleioxyd an; eben so wendet man bisweilen Zinnchlorür als Beize an. In der neuesten Zeit hat Broquette die Anwendung des Caseïns in seiner Verbindung mit Kalk als Beize (Mordant organique) vorgeschlagen. Zu diesem Behufe löst man Caseïn (frischen Quark) in verdünntem Ammoniak auf und vermischt mit dieser Lösung frischen Kalkbrei. Mit der entstehenden Flüssigkeit (Caseïn-Kalk) tränkt man das zu färbende Zeug. Durch Erwärmen wird die Verbindung unlöslich und der Stoff ist so vollständig gebeizt, daß derselbe dem Waschen mit alkalischen Flüssigkeiten widersteht. Um die Steifigkeit und Härte des Zeuges zu verhindern, die bei der Anwendung des Caseïn-Kalkes als Beizmittel entsteht, schlägt Broquette vor, die Verbindung vor der Anwendung mit Olivenöl (huile tournante) zu vermischen, und sie dann erst auf das Zeug aufzutragen. Baumwollenes Zeug verhält sich darauf wie Wolle und ist gleich dieser befähigt, dieselben Farben aufzunehmen. Versuche müssen lehren, in wie weit der Caseïn-Kalk (von Broquette Caseogomme genannt) andere Beizen zu ersetzen vermag.

Verdickungsmittel. Man giebt den Beizen und Farben vor dem Auftragen eine dickliche Consistenz. Als Verdickungsmittel wendet man Senegalgummi, Tragant, Stärke, Leiokom, Dextrin, Salep, Mehl, zuweilen auch Pfeifenthon an. Von der Beschaffenheit des Verdickungsmittels ist die Güte der Farbe abhängig. Am häufigsten wendet man jetzt die geröstete Stärke oder das Leiokom (vergl. Seite 275), seltener Eiweiß an.

Reservagen. Wie schon erwähnt, trägt man gewisse Substanzen vor dem Färben des Zeuges an denjenigen Stellen auf, die weiß bleiben sollen.

Man nennt solche Substanzen Reservagen, Deckmittel, Deckpappen. Gewöhnlich ist die Reservage ein Gemisch, das die Bestimmung hat, das Indigblau zu verhindern, in aufgelöster Form an gewissen Stellen auf das Zeug einzuwirken, so daß dasselbe an den Stellen, wo die Reservage liegt, weiß bleibt, oder mindestens, vor der Berührung mit dem Zeug in das Indigblau, mithin in unlösliche Form übergehe. Die Reservagen sind zusammengesetzt aus teiggebenden Substanzen, wie Pfeifenthon, Fett, Oel, schwefelsaurem Bleioxyd, und aus Körpern, die leicht Sauerstoff abgeben, wie schwefelsaures Kupferoxyd oder ein Gemenge von Kali und Ferridcyankalium. Häufig setzt man zu den Reservagen zugleich eine Beize für gewisse andere Farben, um die Stellen, welche durch die Reservage in der Küpe weiß bleiben, darauf in einer anderen Farbenbrühe auszufärben. Man nennt diese Art von Druckerei Lapis, in Folge der Aehnlichkeit, welche einige dieser Muster mit dem Lasurstein (Lapis lazuli) haben. Die Reservage für Walzendruck besteht z. B. aus Grünspan, schwefelsaurem Kupferoxyd, essigsaurem Bleioxyd, welche Substanzen mit Gummi- oder Dextrinlösung verdickt und dann auf die Zeuge aufgetragen werden. Den Tag darauf zieht man sie durch die Indigküpe, bis sie den erforderlichen Grad von Intensität erlangt haben. Zuletzt zieht man sie durch ein Bad von verdünnter Schwefelsäure, bis die Reservage weiß ist. Der Vorgang hierbei ist folgender: So wie der reducirte Indig mit dem Kupferoxyd in Berührung kommt, verwandelt er sich auf Kosten des Sauerstoffs des Kupferoxydes in Indigblau, das sich unlöslich in der Reservage niederschlägt. Das Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure hat zum Zweck, das in der Reservage befindliche Kupferoxydulhydrat wegzunehmen und das unlösliche Indigblau auszuwaschen.

Aetzmittel. Die Aetzmittel, Aetzpappen, Enlevagen, haben die Bestimmung, auf bereits gefärbten Zeugen auf chemischem Wege weiße Stellen hervorzubringen; dies geschieht entweder durch Auflösen der Beizen oder durch Zerstören der Farben. Um das erstere zu bewerkstelligen, bedient man sich einer Säure, die sich mit der Base verbindet; um Farben zu zerstören, wendet man Chlorkalk, Chromsäure, ein Gemenge von Kali und Ferridcyankalium, Salpetersäure, die Sauerstoff abgebend (oxydirend) wirken, oder Zinnchlorür, Eisenalaun, Eisenvitriol, welche Sauerstoff aufnehmend (reducirend) wirken, an. Eine der am häufigsten angewendeten sauren Aetzbeizen ist die Citronensäure, die besonders zum Auflösen der Thonerde und des Eisenoxydes der Beize angewendet wird. Bisweilen wird sie

Säuren.

mit zweifach schwefelsaurem Kali vermischt angewandt. Außerdem wendet man als saure Aetzmittel an Oxalsäure, Weinsäure. Ein roth- oder blaugefärbtes Zeug, das an den zu bleichenden Stellen mit einem Gemenge von Weinsäure, Pfeifenthon und Gummi bedeckt worden ist, verliert sogleich an den bedruckten Stellen seine Farbe, wenn es in ein Bad von Chlorkalk getaucht wird. Das Wegbeizen des Indigblaus durch oxydirende Mittel beruht

Oxydirende Mittel.

darauf, daß das im Wasser unlösliche Indigblau durch Sauerstoffaufnahme in Isatin übergeht, das fast farblos ist und leicht durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann:

$$\underbrace{C_{16}\,H_5\,N\,O_2}_{\text{Indigblau.}} + 2\,O = \underbrace{C_{16}\,H_5\,N\,O_4}_{\text{Isatin.}}$$

Man wendet zur Zerstörung des Indigblaus Chromsäure an, die unter Sauerstoffabgabe zu Chromoxyd reducirt wird. In der neueren Zeit hat Mercer vorgeschlagen, zum Bleichen des Indigs in der Zeugdruckerei ein Gemenge von Kali und Ferridcyankalium anzuwenden. Zu diesem Zwecke tränkt man das in der Indigküpe blaugefärbte Zeug mit einer Lösung von Ferridcyankalium, und druckt dann mit Leiokom verdicktes Aetzkali auf. Durch das Kali wird das Ferridcyankalium in Ferrocyankalium verwandelt und das Indigblau durch den dabei freiwerdenden Sauerstoff in Isatin übergeführt:

$$\underbrace{2\,(2\,Cfy,\,K_2)}_{\text{Ferridcyankalium.}} + 2\,KO + \underbrace{C_{16}\,H_5\,N\,O_2}_{\text{Indigblau.}} =$$

$$\underbrace{4\,(Cfy,\,K_2)}_{\text{Ferrocyankalium.}} + \underbrace{C_{16}\,H_5\,N\,O_4}_{\text{Isatin.}}$$

Reducirende Mittel.

Von den reducirenden Aetzmitteln ist das wichtigste das Zinnchlorür, das bei mit Eisenoxyd gefärbten Zeugen Anwendung findet. Bringt man Zinnchlorür mit Eisenoxyd zusammen, so bildet sich leicht lösliches Eisenchlorür, das durch Waschen entfernt wird, und unlösliche Zinnsäure, die für Roth und Gelb als Beize dient.

Baumwollendruckerei.

Baumwollendruckerei. Der Druck auf Baumwolle kann geschehen durch Ausfärben, durch Tafeldruck, oder durch Aetzdruck. Bei dem Ausfärben trägt man die mit einem Verdickungsmittel verdickte Beize, zu welcher man gewöhnlich ein wenig Farbebrühe (Blende) gesetzt hat, um sie aufgedruckt zu erkennen, vermittelst Handformen oder vermittelst der Druckmaschine auf. Zum Handdruck wendet man einen Druck-

tisch an, der mit wollenem Zeug, dem Drucktuch, überzogen ist. Auf diesen Tisch wird das Zeug ausgebreitet und auf letzteres mit Druckformen die Beize aufgedruckt. Die Druckformen sind entweder von Holz, oder bestehen aus Metallstiften und Figuren, die in dem Holz der Form befestigt sind. Damit die Beizen gleichförmig aufgetragen werden, wendet man einen Rahmen (das Chassis), auf welchem man ein Stück weißes Tuch nagelt, und einen Bottich mit der sogenannten falschen Farbe an, der zur Hälfte mit einer dicken Gummilösung oder mit Leinsamenschleim angefüllt ist. Auf dieser Flüssigkeit schwimmt ein mit Wachstuch überspannter Rahmen, der vorher mit Fett überzogen worden ist. Man trägt nun die Beize mittelst einer Bürste oder eines Pinsels auf den Rahmen (das Chassis) auf. Auf dieses setzt der Drucker die Form, so daß die erhabenen Stellen Beize aufnehmen, bringt sie dann auf das auf dem Drucktische befindliche Zeug und schlägt mit der Faust oder mit einem hölzernen Hammer auf die Rückseite der Form, damit sich alle Theile der Form vollständig abdrucken. Werden mehrere Beizen auf einmal auf den Rahmen aufgetragen und dann auf das Zeug gedruckt, so erreicht man die mannichfaltigsten Nüancen (den Irisdruck). Um das Verfahren beim Handdruck zu beschleunigen, hat man verschiedene Maschinen in Anwendung gebracht, unter denen die von Perrot erfundene (die Perrotine) die gebräuchlichste ist; diese Maschine arbeitet mit drei bis vier hölzernen Platten, welche die Beizen oder Farben erhalten und sie durch solche auf das Zeug abdrucken. Anstatt der Druckplatten wendet man seit längerer Zeit sehr häufig Platten oder Walzen an. Bei den Walzendruckmaschinen ist das Muster in einen kupfernen Cylinder eingravirt, der durch die Maschine umgedreht wird. Unter demselben befindet sich eine hölzerne mit Tuch überzogene Walze, die zum Theil in die Farbe taucht und den Cylinder mit Farbe speist. Dicht dabei ist ein Abstrichmesser (der Doctor), das von den erhabenen Stellen des Cylinders die überflüssige Farbe entfernt, und sie nur in den Vertiefungen, welche das Dessin darstellen, läßt. Nach beendigtem Aufdruck der Beizen ist es nothwendig, das Zeug einige Zeit lang ruhen zu lassen, ehe man zum Ausfärben schreitet. Es ist dies namentlich bei Thonerde- und Eisenbeizen nothwendig, damit eine innige Verbindung der Beize mit dem Zeug stattfinden kann. Nach dem Trocknen und Ruhen der Beizen muß das Zeug vor dem Ausfärben von dem Verdickungsmittel, der zum Erkennen angewendeten Blende, hauptsächlich aber von dem unverbundenen Theile der Beize befreit werden. Bei Zeugen aber, die in Krapp

ausgefärbt werden sollen, ist die Anwendung eines Kuhkothbades nothwendig. Gewöhnlich setzt man etwas Kreide zu, um die Essigsäure der Beizen zu sättigen. Obgleich eine genügende Theorie der Wirkung des Kuhkothes noch nicht aufgestellt ist, so sind doch alle Kattundrucker darüber einig, daß seine Anwendung unerläßlich ist. Nach Mercer und Blyth läßt sich der Kuhkoth durch phosphorsaure und arsensaure Erden ersetzen; diese Chemiker schlagen vor, ein Gemenge von phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Kalk anzuwenden. Nach dem Behandeln im Kuhkothbad wird das gebeizte Zeug gewaschen und alsdann ausgefärbt. Leicht lösliche Farbstoffe werden in Auflösung angewendet, dies ist der Fall bei der Cochenille, dem Quercitron, dem Wau, dem Safflor u. s. w.; andere, die sich nur schwer in Wasser lösen, wie die Farbstoffe des Krapps, werden ungekleinert als Krapp oder Garancine in das Färbebad gebracht. Wenn verschiedene Beizen aufgedruckt worden sind, so versteht es sich von selbst, daß mit einem einzigen Färbebad verschiedene Farben erhalten werden können. So kann man mit Krapp roth in allen Abstufungen, schwarz, braun und violett färben, wenn Thonerde- und Eisenbeize, und ein Gemenge beider aufgedruckt wurde. Da die Farbe nur an denjenigen Stellen haftet, an welchen sich Beize befindet, so kann der Farbstoff von dem übrigen Zeug leicht entfernt werden. Letzteres geschieht durch Waschen, Behandeln mit Kleie und Seife, und Auslegen auf den Rasen. Bei mit Krapp gefärbten Zeugen bleicht man mit einer Lösung von Chlorkalk oder mit Eau de Javelle (siehe Seite 58). Einzelne Farben, denen, so wie sie aus dem Färbebade kommen, der Glanz und die Nüance abgeht, werden geschönt (avivirt). Bei dem Türkischroth geschieht dies durch längere Zeit fortgesetztes Sieden mit einer Lösung von Seife und Zinnchlorid.

Tafelfarben. Das Verfahren, eingedickte Beizen und Farben gemeinschaftlich aufzutragen, nennt man Tafeldruck, und die dazu angewendeten Farben Applications- oder Tafelfarben. Die Verbindung dieser Farben mit der Faser ist nicht vollkommen, deshalb sind die damit erzeugten Muster meist nicht ächt, d. h. können durch Wasser hinweggenommen werden. Durch Behandeln der gefärbten Zeuge mit Wasserdampf werden aber viele Tafelfarben fixirt und heller gemacht (Dampffarben). Zu diesem Zwecke läßt man die bedruckten Zeuge 2—3 Tage lang trocknen und spannt sie sodann in einem Raume auf, der durch heiße Wasserdämpfe bis auf 100° erhitzt ist. Die Dauer der Operation des Fixirens durch Dampf ist von

der Temperatur und der Natur des Dessins abhängig. Auf welche Weise der Dampf die Befestigung der Farben bewirkt, ist nicht genau bekannt. Nach Chevreul soll sie auf dieselbe Weise wie das Kochen der Nahrungsmittel vor sich gehen, welche durch eine bestimmte Temperatur ebenfalls eine gewisse Veränderung erleiden. Um blau zu erhalten, trägt man Opermentküpe (vergl. Seite 454) mit kohlensaurem Natron und Gummipulver verdickt auf, und wäscht das Zeug 24 Stunden nach dem Auftragen der Farbe aus. Gelb wird auf die bekannte Weise durch Tränken mit essigsaurem Bleioxyd und Ziehen durch eine Lösung von zweifach chromsaurem Kali dargestellt. Zu Grün nimmt man eine Mischung von chromsaurem Bleioxyd und Berlinerblau.

Aetzdruck. Bei dem Aetzdruck sucht man, wie schon erwähnt, durch Aetzmittel an gewissen Stellen des Zeuges die Farbe wegzunehmen. Die Operation, vermittelst welcher die ganze Oberfläche des Stückes mit Beize bedeckt wird, heißt das Klotzen oder Grundiren. Dies geschieht, indem man das Zeug mit einer Lösung der Beize imprägnirt und dann durch zwei mit Tuch umwickelte Walzen durchlaufen läßt, wodurch theils das Zeug gleichmäßig mit der Beize getränkt, theils von dem Ueberschuß derselben befreit wird. Nachdem die Beize aufgetragen worden ist, wird das Zeug getrocknet. Während die aufgedruckten Aetzbeizen den Zweck haben, das mordansirte Zeug stellenweise von der Beize zu befreien, damit es an diesen Stellen beim Ausfärben keine Farbe annehme, wirken die Enlevagen zerstörend auf die Farbe selbst. Säuren, wie Oxalsäure, Citronensäure, Weinsäure gehören demnach zu den Aetzbeizen, Chlorkalk unter Mitwirkung einer Säure zu den Enlevagen. Für Thonerde- und Eisenbasen bedient man sich folgender Aetzbeizen: für Eisenbasen einer Lösung von Oxalsäure und Weinsäure in Wasser, zu welcher man Citronensaft und gebrannte Stärke und Dextrin als Verdickungsmittel und etwas Lösung von Indig in Schwefelsäure zum Blenden der Aetzbeize setzt; bei Thonerdebasen einer Lösung von zweifach oxalsaurem Kali (Sauerkleesalz), Weinstein, Weinsäure und Glaubersalz in Wasser, zu welcher man Kleister als Verdickungsmittel setzt. Der Zweck des Aetzens ist aber nicht allein, die Farben zu zerstören oder weiße Stellen zu erzeugen, sondern auch, bunte andersgefärbte Stellen auf dem gefärbten Zeug hervorzubringen. Letzteres geschieht, indem man zu dem Aetzmittel Farbe setzt; diese Farben müssen, wenn als Aetzmittel Enlevagen von Chlor angewendet werden, unorganische, wie salpetersaures Blei-

oxyd, Berlinerblau u. s. w., sein. Um auf einem einfarbigen Grund gefärbte Aetzungen hervorzubringen, bedient man sich z. B. bei türkischroth gefärbten Zeugen folgenden Verfahrens: Um weiß zu erhalten, trägt man eine Aetzbeize, bestehend aus Weinsäure, Wasser, arabischem Gummi und gerösteter Stärke auf, für blau ein Gemenge von Weinsäure, Berlinerblau, Zinnsalz, Stärke und Wasser, für gelb salpetersaures Bleioxyd, Weinsäure, Stärke und Wasser, für grün ein Gemenge von Gelb und Blau, für schwarz eine mit salpetersaurem Eisenoxyd versetzte concentrirte Abkochung von Blauholz. Wenn man die mit diesen verschiedenen Beizen bedruckten Zeuge durch eine Lösung von Chlorkalk oder Eau de Javelle zieht, so wird an den bedruckten Stellen die Farbe des Grundes zerstört, und es nimmt die Farbe der Beize die Stelle derselben ein. Zur Zerstörung der Grundfarbe wendet man auch Chromsäure an, die, indem sie zu Chromoxyd reducirt wird, zur Hervorbringung von braunen Nüancen Anwendung findet.

Appretur der bedruckten Zeuge. Nachdem die Zeuge bedruckt worden sind, beendigt man die Arbeit durch die Appretur, die darin besteht, dieselben mittelst einer Stärkelösung zu tränken, wodurch die Zeuge mehr Festigkeit erhalten, sie darauf zu trocknen, zusammenzulegen und zu pressen. Bei der Appretur der Möbelkattune setzt man der Stärkelösung weißes Wachs zu. Um gedruckten Mousselinen den beliebten sammtähnlichen Angriff zu geben, setzt man der Stärke, während des Kochens mit Wasser, eine kleine Menge Wallrath zu.

Das Bedrucken von Leinwand. Das Bedrucken von Leinwand beschränkt sich auf die Darstellung indigblauer Farbentücher mit hellblauen oder weißen Figuren und ähnlicher einfacher Artikel.

Wollendruckerei. In der Wollendruckerei wendet man vorzugsweise den Tafeldruck und den Druck auf vorher mit einem Physikbade behandelte Zeuge an. Die Fixirung der Farben geschieht mittelst Dampf. Man unterscheidet außerdem bei der Wollendruckerei 1) die Golgasdruckerei und 2) die Berylldruckerei. Bei der ersteren, die jetzt nur noch selten angewendet wird, beizt man den Golgas, ein leichtes flanellartiges Gewebe, mit Alaun und Weinstein, und preßt denselben darauf zwischen hölzernen Formen. Die Farben werden nicht aufgedruckt, sondern warm in die obere Form eingegossen. Bei der Berylldruckerei druckt man die mit Stärke verdickten Tafelfarben mittelst messingener Formen heiß auf und entfernt das Verdickungsmittel nicht. Man erhält so farbige erhabene Muster.

Seidendruckerei. Das Verfahren bei der Seidendruckerei ist im Allgemeinen dasselbe wie bei der Baumwollendruckerei. Entweder druckt man Tafelfarben auf, die man mit Wasserdämpfen befestigt, oder man druckt verschiedene Beizen auf und färbt dann in der Farbenbrühe aus. Eine eigenthümliche Art der Seidendruckerei gründet sich auf die Eigenschaft der Salpetersäure, seidene und wollene Stoffe dauernd gelb zu färben, die meisten Farbstoffe zu zerstören, auf Harze und Fette aber erst nach längerer Zeit einzuwirken. Mandarins. Man nennt diese Art der Druckerei Mandarinage und die auf diese Weise bedruckten Zeuge Mandarins. Um mit Salpetersäure auf mit Indig gefärbtem Grund gelb zu ätzen, druckt man auf das seidene Zeug eine Reservage aus Terpentin, Colophonium, Talg und Wachs auf, taucht es sodann 2 — 3 Minuten lang in ein bis auf 50° erwärmtes saures Bad aus 1 Th. Wasser und 2 Th. Salpetersäure und bringt es darauf in fließendes Wasser. Nach dieser Operation läßt man das Zeug in einer mit Potasche versetzten Seifenlösung sieden. Die nicht reservirten Stellen sind schön gelb. — Bandanos. Bei dem Bandanosdruck, durch welchen man auf ächt krapproth gefärbten Taschentüchern weißgeätzte Figuren erzeugt, werden die Stoffe ähnlich wie bei dem Golgasdruck zwischen zwei bleierne, mit Ausschnitten versehene Platten gepreßt. Eine mit etwas Schwefelsäure versetzte Lösung von Chlorkalk dringt an jenen Stellen in das Zeug ein, welche den Ausschnitten entsprechen und nimmt daselbst das Roth hinweg. Auf gleiche Weise werden die geätzten Stellen z. B. gelb gefärbt, indem man eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd und sodann eine Lösung von chromsaurem Kali hindurchtreibt.

VI.

Der Verbrennungsproceß.

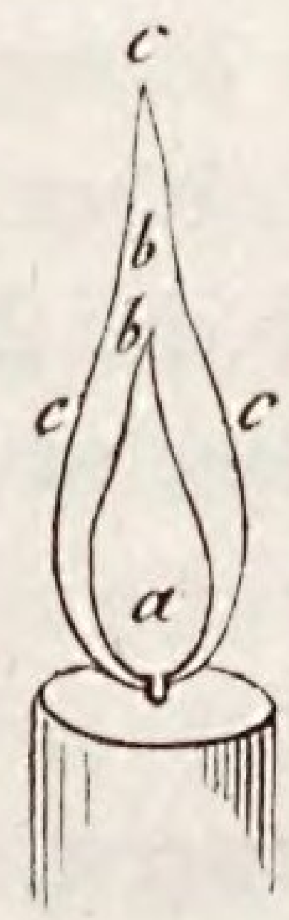
Die Beleuchtung.

Beleuchtung. Allgemeines. Im Gegensatze zu demjenigen Lichte, das wir von der Sonne und den Sternen erhalten, unterscheidet man durch künstliche Mittel hervorgebrachtes dauerndes Licht. Bei allen Feuererscheinungen in der Natur, die wir mit dem allgemeinen Namen der Verbrennung zusammenfassen, spielt die atmosphärische Luft eine große Rolle. Bekanntlich ist die atmosphärische Luft ein Gasgemenge, wesentlich bestehend aus 21 Th. Sauerstoff und 79 Th. Stickstoff, einige andere, in der Luft befindliche Substanzen wie Kohlensäure, Wasserdampf und Ammoniak kommen hier nicht in Betracht. Die Rolle des Stickstoffs in der atmosphärischen Luft, so weit dieselbe als Bedingung zur Verbrennung in Betracht kommt, ist eine durchaus negative; dieser Stoff dient nur dazu, die Eigenschaften des Sauerstoffs zu schwächen, oder mit anderen Worten, den Sauerstoff zu verdünnen. Der Sauerstoff verbindet sich mit allen einfachen Körpern, ausgenommen mit Fluor, und bildet mit denselben oxydirte Körper (Oxyde). Diese Verbindung geht entweder unter Wärmeentwickelung allein oder unter Entwickelung von Wärme und Licht vor sich. Der uns hier beschäftigende Fall ist der letztere. Von der großen Anzahl von Körpern, die sich mit dem Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwickelung verbinden können, sind es nur wenige, die geeignet sind, als Beleuchtungsmittel angewendet zu werden. Die wesentlichen Bedingungen, unter welchen ein Körper als Beleuchtungsmittel angewendet werden

kann, sind: 1) daß der Körper beim Verbrennen hinreichende Wärme entwickele, um fortbrennen zu können; 2) daß derselbe in der Natur verbreitet und um billigen Preis zu erlangen sei; 3) daß die Producte der Verbrennung ohne nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit und das Leben der Geschöpfe seien. — Der Körper, der diese Bedingungen am besten erfüllt, ist eine Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff, der Kohlenwasserstoff in maximo oder das ölbildende Gas (CH). Dieser Körper ist in allen Substanzen enthalten, die wir als Leuchtmaterialien anwenden, sie mögen fest wie Talg oder Wachs, flüssig wie Oel und Camphin, oder gasförmig wie das bekannte Leuchtgas sein.

Flamme. Jeder flüssige oder feste Körper, der sich bei der Temperatur verflüchtigt, die geringer als die zur Verbrennung nothwendige ist, kann natürlicherweise nur als Gas verbrennen. Die dabei zu bemerkende Lichterscheinung nennt man Flamme. Dieselbe erlangt ihre bekannte Form durch den Druck der sie umgebenden Luft, indem letztere als gasförmiger und durch die Wärme leichter gewordener Körper verdrängt und zum Aufsteigen gezwungen wird. Das Leuchtmaterial wird, wenn es aus geschmolzenem Talg, Wachs oder aus Oel besteht, in den feinen Zwischenräumen des Dochtes wie von Haarröhrchen in die Höhe gezogen und in der Nähe der Flamme zersetzt, wobei hauptsächlich Kohlenwasserstoff entsteht. Der Beginn der Zersetzung wird durch das Anzünden bewirkt, dann setzt sich die Zersetzung durch die beim Verbrennen der Gase entstehende Wärme von selbst fort. In einer Kerzen- oder Oelflamme kann man folgende Theile unterscheiden: 1) einen dunkeln kegelförmigen Kern im Innern a (Fig. 109) mit seiner Basis unmittelbar über dem Dochte, 2) einen hellblauen Theil der Flamme b b am Dochte und an den Seiten desselben, 3) einen sehr hellleuchtenden weißen Theil c, welcher den dunkeln Kegel a umgiebt und sich über ihn emporhebt und zuspitzt. In dem dunkeln Kegel a bilden sich die durch Zersetzung entstandenen Dämpfe, welche aber erst bei b b zu verbrennen anfangen, da die atmosphärische Luft nicht tiefer eindringen kann. Die hohe Temperatur bei b zerlegt das ölbildende Gas (CH) in das bekannte Grubengas, Sumpfgas oder Kohlenwasserstoffgas in minimo (CH_2) und in freien Kohlenstoff, denn

Fig. 109.



$$2\,CH = CH_2 + C.$$

Der frei gewordene Kohlenstoff wird in dem brennenden Grubengase glühend und ist die Ursache des Leuchtens; er wird darauf durch das nachströmende Gas in die Höhe geführt und verbrennt in der äußern Schicht der Flamme vollständig. In dieser Schicht ist die Hitze am stärksten, da alle bisher der Verbrennung entzogenen Substanzen hier verbrennen und vollständig oxydirt werden. Bringt man einen Eisendraht durch die Flamme, so wird derselbe wohl an den Rändern der Flamme, nicht aber in der Mitte glühend. In Folge des Kohlengehaltes in b wirkt dieser Theil der Flamme reducirend oder desoxydirend, der sauerstoffreichere Theil bei c aber oxydirend. Aus Vorstehendem geht hervor, daß die eigentliche Flamme nur ein leuchtender Ueberzug über den dunkeln Kern ist. Das Leuchtvermögen rührt demnach davon her, daß sich in dem leuchtenden Theile der Flamme Kohle ausscheidet, die weißglühend wird und allmälig verbrennt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß nur diejenigen Substanzen mit leuchtender aber nicht rußender Flamme brennen, die auf 6 Gewichtstheile Kohlenstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthalten. Camphin verbrennt mit rußender Flamme, weil es auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff $6^1/_2$ Gewichtstheile Kohlenstoff enthält. Soll der halbe Theil Kohlenstoff, der sich als Ruß ausscheidet, verbrennen, so kann dies nur dadurch geschehen, daß der Flamme mehr Sauerstoff zugeführt wird, als es durch umgebende ruhige atmosphärische Luft der Fall ist. Dies geschieht durch vermehrten Zug, bei unseren Lampen durch Aufsetzen eines Cylinderglases. Flammen, die keine Kohle ausscheiden, wie z. B. die des Weingeistes und des Grubengases, brennen wenig leuchtend; wohl tritt aber das Leuchten dieser Flamme hervor, wenn man feste Körper, wie Asbest, Zinkoxyd u. s. w., in dieselben bringt. Eben so wird die Flamme verstärkt, wenn man dieselbe auf ein Stück Kalk brennen läßt, weshalb man dieses Verfahren zu Leuchtsignalen (Siderallicht, Drumond's Licht) anwendet.

Die Beleuchtung findet statt:

I. vermittelst fester Substanzen, wie des Talgs, Stearins, Wallraths und Wachses;

II. vermittelst flüssiger Substanzen, wie des Oeles und des Camphins;

III. vermittelst gasförmiger Substanzen, wie des Leuchtgases.

Letztere Art der Beleuchtung geht zum Unterschiede von den vermittelst fester und flüssiger Substanzen ohne Docht in besonderen Gasbrennern

vor sich. An diese Art der Beleuchtung schließen sich an: die Beleuchtung durch das Sideral- und durch das elektrische Licht.

Beleuchtung durch feste Substanzen. I. **Beleuchtung vermittelst fester Substanzen.** Sehen wir von den Kienspänen ab, deren man sich in armen Gegenden zur Beleuchtung bedient, so ist die **Kerze** oder das sogenannte **Licht** die einzige Form, unter welcher man feste Substanzen zur Beleuchtung verwendet. Die **Kerze**

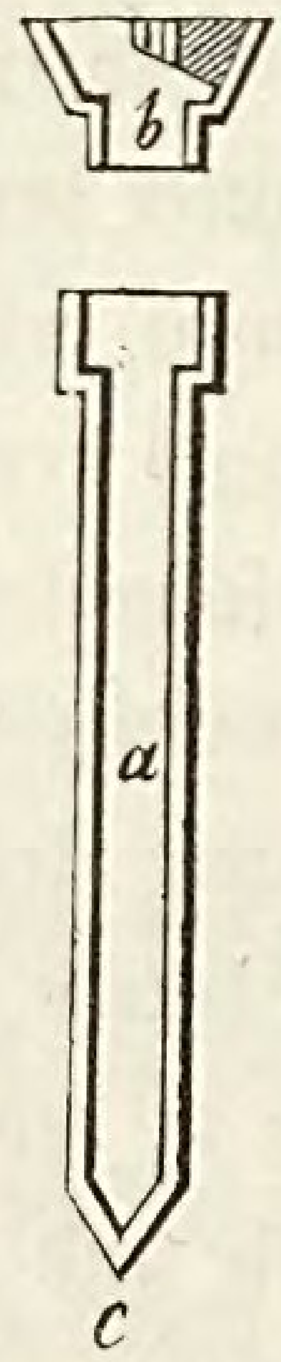
Kerzen. besteht aus dem cylindrisch geformten Beleuchtungsmaterial (Talg, Stearinsäure, Wallrath, Wachs), in dessen Mitte sich der aus baumwollenen Fäden gedrehte Docht befindet. Wenn gleich die Verbrennung, welche hierbei stattfindet, dieselben Erscheinungen, wie die oben angegebenen, zeigt, so sind doch die Umstände, unter denen die Verbrennung fortdauert, von denen der Oel- und Gasflammen verschieden. Stellen wir uns z. B. eine Stearinkerze vor, so werden nach dem Anzünden des Dochtes die demselben zunächst liegenden Theile geschmolzen werden, und es bildet sich um den Docht herum eine mit geschmolzenem Stearin angefüllte Vertiefung, während der Rand der Kerze längere Zeit stehen bleibt und erst nach und nach schmilzt. Das geschmolzene Stearin steigt in dem Dochte durch Capillarität in die Höhe und zersetzt sich in dem Maße, als es sich der Flamme nähert. Während wir bei der Oel- und Gasbeleuchtung eines Luftstromes bedürfen, kommt bei der Beleuchtung vermittelst fester Substanzen keine andere Luft in Betracht, als die die Flamme umgebende. Daraus folgt die Nothwendigkeit, daß die Stärke des Dochtes im richtigen Verhältnisse zum Durchmesser der Kerze stehe.

Talgkerzen. Zur Fabrikation der **Talgkerzen** (Unschlittlichter) wendet man gewöhnlich ein Gemenge von Schöps- und Rindstalg an. Rindstalg allein würde zu weich sein. Das rohe Fett wird zerschnitten oder zerstampft, dann vorsichtig geschmolzen und die geschmolzene Masse durch einen Durchschlag oder durch Leinwand gegossen, und auf diese Weise von den Häuten getrennt. Der so erhaltene Talg wird am besten im Wasserbade mit Wasser erhitzt, stark umgerührt und nach dem Absetzenlassen vom Wasser durch Ablassen getrennt. Einige Lichtfabrikanten setzen zu dem Wasser, das zur Reinigung des Talges angewendet wird, Alaun, Kochsalz oder Cremor tartari. Das in den Membranen zurückbleibende Fett wird sehr zweckmäßig zur Seifenfabrikation angewendet. — Der Docht wird aus baumwollenem Garn theils zusammengedreht, theils geflochten. Die Fabrikation desselben

ist für die Darstellung von Kerzen von großer Wichtigkeit. Die Talgkerzen werden entweder gegossen oder gezogen.

Gegossene Talgkerzen. Zur Fabrikation der gegossenen Talgkerzen benutzt man metallene Formen, die aus einem Metallgemisch von 1 Th. Zinn und 2 Th. Blei bestehen. Eine solche Form besteht aus zwei Theilen, der eigentlichen Kerzenform, die aus einem hohlen, an beiden Enden offenen Cylinder a (Fig. 110), dessen innere Fläche polirt ist, und einer Kapsel b zusammengesetzt ist, die zum Eingießen des flüssigen Talges, zum Befestigen des Dochtes und endlich nach dem Erkalten zum Herausnehmen der Kerze aus der Form dient. Zwölf oder noch mehrere solcher Formen werden vertical neben einander auf den sogenannten Gießtisch gestellt und die Dochte mittelst eines hakenförmig gebogenen Eisendrahtes eingezogen. Die untere Oeffnung der Form c muß so beschaffen sein, daß der durchgezogene Docht dieselbe möglichst verschließt und das Ausfließen des Talges verhindert. Der Docht wird an dem oberen Ende durch die Kapsel b festgehalten. Darauf füllt man mit dem bei sehr gelindem Feuer geschmolzenen Talg die Formen an. Ehe der Talg in der Form erstarrt, zieht man den Docht an beiden Enden straff an, um ihn in die Mitte zu bringen. Nach dem Erkalten entfernt man die Kerzen aus den Formen. Der Theil des Talges, der sich in der Kapsel b befindet, wird durch Abschneiden von der Kerze getrennt. Es ist Erfahrungssache, daß die Talgkerzen durch längeres Aufbewahren weißer und vorzüglicher werden. Häufig macht man die Kerzen dadurch härter, daß man den Talg vorher durch Auspressen von dem darin enthaltenen Olein befreit; eine ähnliche Härte der Kerzen bewirkt man durch Zusatz von etwas Wachs, das man entweder mit dem Talge zusammenschmilzt, oder für sich in die Kerzenform im geschmolzenen Zustande bringt und durch horizontale Bewegungen die innere Fläche der Form mit Wachs überzieht. Gießt man dann auf gewöhnliche Weise den Talg in die Formen, so findet man nach dem Herausnehmen die Kerzen mit einer dünnen Wachsschicht überkleidet. Diese Art Kerzen nennt man Sparlichter.

Fig. 110.



Sparlichter.

Gezogene Lichter. Die Fabrikation der gezogenen Lichter besteht einfach darin, vertical und zu wiederholten Malen Dochte in geschmolzenen Talg zu tauchen, bis die Kerze die erforderliche Dicke erlangt hat. Die gezogenen

Kerzen sind wohlfeiler und brennen etwas sparsamer als die gegossenen; sie werden deshalb vorzugsweise in ärmeren Gegenden angewendet.

Stearinkerzen. Die Fabrikation der Stearinkerzen hat in der neueren Zeit einen bedeutenden Aufschwung erhalten. Sie begann im Jahre 1825 in Paris unter der Leitung von Gay-Lussac und Chevreul. Die verschiedenartigen, bei der Stearinkerzenfabrikation angewendeten Operationen lassen sich in zwei Abtheilungen bringen; nämlich in die Umwandelung des Talges in Fettsäuren und in die Abscheidung des flüssigen, nicht krystallisirten Theiles. Wie schon bei der Seifensiederei (Seite 90) erwähnt worden ist, besteht der Talg aus drei verschiedenen Säuren, der Stearin-, Margarin- und Oelsäure, die an Lipyloxyd gebunden sind, welches letztere unter Aufnahme von Wasser in Glycerin übergeht. Die Oelsäure ist eine Flüssigkeit, Stearin- und Margarinsäure sind aber feste Körper. Letztere abzuscheiden und besonders die härtere Stearinsäure in überwiegender Menge zu erhalten, ist Zweck der beiden Operationen bei der Stearinkerzenfabrikation.

Abscheidung der fetten Säuren durch Verseifung mit Kalk. Die fetten Säuren werden entweder durch Verseifung oder durch Destillation abgeschieden. Zu diesem Zwecke schmilzt man den Talg durch Wasserdampf und bringt in die geschmolzene Masse Kalkmilch. Die Flüssigkeiten werden unter Umrühren 6—7 Stunden lang erhitzt. Nach vollendetem Verseifen und Erkalten findet man auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine Kalkseife, aus stearin-, margarin- und ölsaurem Kalk bestehend, während das Glycerin sich in Wasser gelöst befindet. Die Kalkseife wird herausgenommen und darauf in besonderen Gefäßen mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der ausgeschiedene Gyps wird weggeworfen oder als Düngemittel benutzt. Die getrennten Fettsäuren werden mit Wasser umgeschmolzen, zu welchem man etwas Schwefelsäure gesetzt hat. Nachdem dies geschehen, schmilzt man die Säuren abermals mit Wasser, um die Schwefelsäure zu entfernen, und gießt darauf die geschmolzene Masse in blecherne Formen. Nach dem Erkalten erscheint sie gelb und krystallinisch. Die gelbe Färbung rührt von der nicht krystallisirten Oelsäure her, die sich zwischen den Krystallen der beiden andern Fettsäuren befindet. Gewöhnlich bedient man sich in den Fabriken der hydraulischen Presse, um die flüssige Oelsäure von den beiden anderen Säuren zu trennen. Nach zweimaligem Auspressen in der Kälte und in der Wärme sind die aus Stearin- und Margarinsäure bestehenden Kuchen zur Raffination geschickt, welche darin

besteht, daß man diese Kuchen von Neuem in Wasser schmilzt und erkalten läßt.

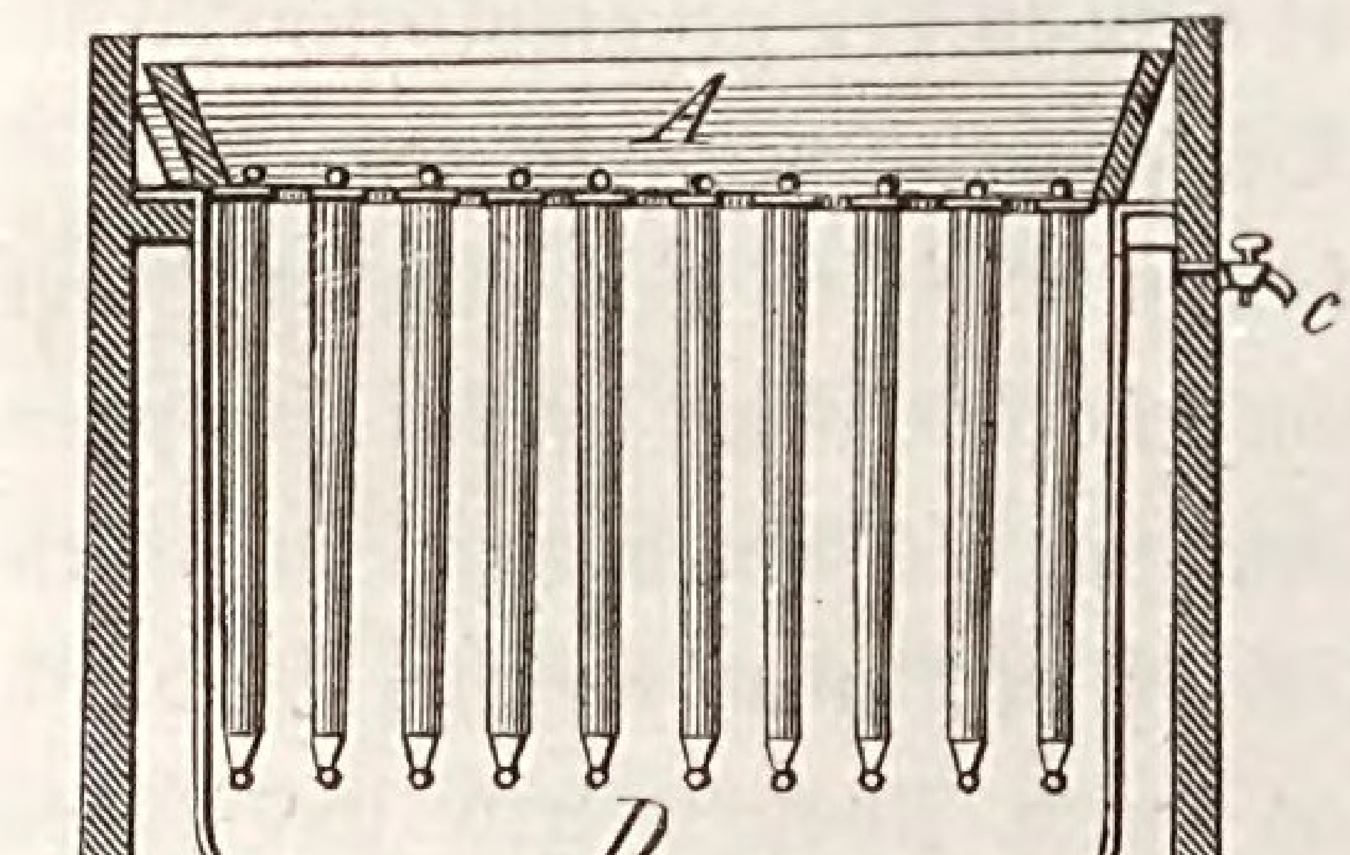
Abscheidung der fetten Säuren durch Destillation. Die Abscheidung der fetten Säuren aus den Fetten durch Destillation liefert Producte, welche den durch Verseifung erhaltenen bei Weitem nachstehen. Der Hauptzweck der Abscheidung ist aber, aus geringeren Fetten, wie aus Abfällen von der Olivenölgewinnung, Knochenfett, Darmfett, aus Satz des Wallfischthrans, Oelsäure, Seifenwasser, Palmöl u. s. w., ein brauchbares Material zur Fabrikation der Kerzen zu erhalten. Es ist schon seit langer Zeit bekannt, daß concentrirte Schwefelsäure, in Berührung mit Talg- oder Palmöl, sich mit den Fetten Margarin, Stearin, Oleïn, Glycerin, Palmitin ꝛc. verbindet und Margarinschwefelsäure, Oleïnschwefelsäure, Glycerinschwefelsäure u. s. w. erzeugt. Wird die Masse mit Wasser übergossen, so löst sich die Glycerinschwefelsäure auf, während die Margarinschwefelsäure u. s. w. ungelöst zurückbleiben. Durch siedendes Wasser werden die gepaarten fetten Säuren schnell zersetzt, so daß die Schwefelsäure sich in Wasser löst und die fetten Säuren sich abscheiden. Letztere werden vermittelst überhitzten Wasserdampfes der Destillation unterworfen. Das von Mas und Tribouillet angewendete Verfahren der Darstellung der fetten Säuren besteht in Folgendem: Die mit verdünnter Schwefelsäure unter Erhitzung mit Wasserdampf gewaschenen Fette werden mit concentrirter Schwefelsäure in einem kupfernen oder einem mit Blei ausgefütterten eisernen Kessel verseift, indem man das Gemisch von Fett und Schwefelsäure ungefähr 12 Stunden lang einer Temperatur von 112° aussetzt. Die Quantität der anzuwendenden Schwefelsäure richtet sich nach der Art des Fettes, zu Palmöl sind 8—9 Proc., zu Fett aus Seifenwasser 10—13 Proc. genügend. Nach Vollendung der Verseifung läßt man die Mischung einige Stunden erkalten und wäscht sie mit heißem Wasser aus. Durch die Verseifung und das Auswaschen wird der Schmelzpunkt des Fettes erhöht, so schmilzt Palmöl bei 30°, nach dem Verseifen mit Schwefelsäure bei 38°, nach dem Auswaschen bei 40°. Die gewaschenen Fettsäuren werden jetzt der Destillation unterworfen. Der dazu benutzte Apparat besteht entweder aus einem eisernen mit Deckel versehenen Kessel oder aus einem dampfkesselähnlichen Cylinder, der durch ein Bleibad auf 300° erhitzt wird. Mit dem Kessel oder dem Cylinder steht ein weites Rohr in Verbindung, das die verflüchtigten Körper in den Verdichtungsapparat leitet, während die zu gleicher Zeit gebildeten brennbaren Gase unter die Feuerung

geleitet werden. Sobald die Temperatur der Fette 300° beträgt, wird bis auf 250—300° erhitzter Wasserdampf durch ein enges Rohr unter das Fett geleitet. Der überhitzte Wasserdampf veranlaßt die Destillation der fetten Säuren bei einer Temperatur, die weit niedriger ist als die, welche zur Destillation der fetten Säuren für sich nothwendig gewesen sein würde, wobei aber ein Theil des Fettes zersetzt und ein braunes Product erhalten worden wäre. Die destillirten fetten Säuren werden zum Erkalten in Krystallisirgefäße gegossen und zuerst kalt, dann warm gepreßt. Palmöl giebt 70—80 Proc. gepreßte fette Säure, Oelsäure aus Stearinkerzenfabriken 25—30 Proc., dickes Olivenöl 55—60 Proc.

Darstellung der Kerzen.

Beim Gießen der Kerzen schmilzt man die fetten Säuren in kupfernen, mit Ausgüssen versehenen Pfannen im Wasserbade und setzt gewöhnlich 3—5 Proc. Wachs hinzu, damit die Kerzen keinen krystallinischen Bruch zeigen und minder leicht zerbrechen. Dasselbe suchten früher einige Fabrikanten durch Zusatz kleiner Quantitäten von Arsenik zu erzielen, welches Verfahren wegen des nachtheiligen Einflusses, den dasselbe auf die Gesundheit der Consumenten ausübte, gänzlich verworfen worden ist. Die Dochte werden vor dem Gebrauche in eine verdünnte Lösung von Borsäure (auf 1000 Th. Wasser 3 Th. Borsäure und 5 Th. Schwefelsäure enthaltend) getaucht und getrocknet. Das Tränken der Dochte mit dieser Flüssigkeit macht das Putzen der Stearinkerzen unnöthig, da die Borsäure mit der Dochtasche zu einem Glase zusammenschmilzt, das man in Gestalt von Kügelchen an den oberen Enden des Dochtes in dem Maße schimmern sieht, als die Verbrennung fortschreitet. Die Formen, in denen man die geschmolzene Masse gießt, sind denen bei der Talgkerzenfabrikation angewendeten gleich, nur ist gewöhnlich die Kapsel etwas größer. Die jetzt angewendeten Formen haben gewöhnlich nur eine Kapsel (Trichter) für dreißig Kerzen. Fig. 111 zeigt einen solchen Gießapparat. A D ist ein großer, aus Blech gefertigter Kasten, in welchem sich die Formen befinden; dieser Kasten steht in einem anderen B B, welcher durch Wasserdampf bis zu 100° erwärmt wird;

Fig. 111.



die Hähne c c dienen zur Erneuerung der Luft und zum Ablassen des condensirten Wassers. Sobald die Kerzenformen bis auf 45° erwärmt sind, entfernt man den Kasten A D aus B B und füllt die Formen durch A mit der vorher geschmolzenen Stearinsäure, die so weit erkaltet ist, daß sie eben zu krystallisiren anfängt, an. Nach hinreichendem Erkalten nimmt man die fertigen Kerzen heraus und giebt denselben durch Reiben mit einem in Alkohol getauchten Lappen eine glänzende Oberfläche.

Wallrathkerzen. Der Wallrath oder das Spermaceti ist eine wachsähnliche Masse, die sich in besonderen Höhlen im Kopfe des Physeter macrocephalus, Tursio microps, Orthodon und des Delphinus edentulus in einem eigenthümlichen Oele aufgelöst befindet. Sie besteht aus Verbindungen des Cetyloxydes mit Margarinsäure, Palmitinsäure, Cetinsäure, Myristinsäure, Cocinsäure. Der Wallrath nimmt unbedingt unter allen zur Kerzenfabrikation angewendeten Substanzen den ersten Rang ein, nicht nur wegen der blendend weißen Farbe und der Halbdurchsichtigkeit der Kerzen, sondern auch wegen der Reinheit des durch sie erzeugten Lichtes. Die Fabrikation dieser Art von Kerzen bietet keine Schwierigkeit dar und erfordert nur vollkommene Reinheit des Materials, da die geringsten Unreinigkeiten durch die Kerzenmasse zum Vorschein kommen. Vor dem Schmelzen setzt man zum Wallrath 3 Proc. weißes Wachs. Die Wallrathkerzen werden stets gegossen und nie gezogen. Der geschmolzene Wallrath wird bei 60° in die Formen gegossen. Während des Erkaltens zieht sich die Masse bedeutend zusammen, wodurch oft in der Mitte um den Docht herum eine Höhlung entsteht, welche nachträglich mit Wallrath ausgefüllt wird. Zur Darstellung gefärbter Wallrathkerzen rührt man in den geschmolzenen Wallrath eine geringe Menge der vorher mit Oel abgeriebenen Farbesubstanz.

Wachskerzen. Das Wachs der Bienen wird in dem Körper dieser Thiere durch Umbildung des Honigs erzeugt und in Gestalt kleiner Schuppen abgesondert. Dieses Secret hat die Bestimmung, als Baumaterial zu Zellen und zu Vorrathskammern für denselben Stoff zu dienen, woraus es durch den Lebensproceß gebildet wurde. Das durch Ausschmelzen und Auspressen erhaltene Wachs ist das gelbe Wachs, dessen Geruch je nach der Natur der Pflanze, von der sich die Bienen nährten, verschieden ist. Bleichung des Wachses. Ehe man die Bleichung des Wachses vornimmt, schmilzt man dasselbe in einem cylindrischen Gefäße unter Wasser, zu welchem man ungefähr $^1/_4$ Proc. Weinstein zur Klärung gesetzt hat. Darauf wird das Wachs

gebändert. Das Bändern hat zum Zweck, die Oberfläche des Wachses zu vergrößern und das Bleichen an der Luft und an der Sonne zu befördern. Diese Operation geschieht, indem man über glatte, hölzerne Walzen, die in einem zum großen Theile mit Wasser angefüllten Gefäße so befestigt sind, daß die gegenüberstehenden Wände die Zapfen der Walze aufnehmen, welche durch eine Kurbel um ihre horizontale Axe gedreht wird, geschmolzenes Wachs gießt. Das Wachs verwandelt sich in dünne Wachsbänder, die im Wasser erhärten und dann von der Walze abfallen. Diese Bänder werden auf in Rahmen gespannter Leinwand der gleichzeitigen Einwirkung des Thaues und der Sonnenstrahlen ausgesetzt, bis die färbende Substanz zerstört ist. Versuche, das Wachs durch Chlor zu bleichen, gaben keinen Erfolg; es entstehen dabei chlorhaltige Producte, indem ein Theil des Wasserstoffs im Wachse durch Chlor ersetzt wird, welche sich durchaus nicht zur Kerzenfabrikation eignen. Von anderen Wachsarten seien erwähnt das Palmwachs aus der Rinde von Ceroxylon andicola, das brasilianische Wachs aus den Blättern der Caraubapalme, das chinesische Wachs, das von einem Insecte herrühren soll, das Myricawachs aus den Früchten mehrerer Myricaarten. — Die Wachskerzen werden nie gegossen, da das Wachs sich fest an die Formen setzt und sich im Innern der Kerze häufig Blasen und Höhlungen erzeugen. Zur Fabrikation der gewöhnlichen Wachslichter hängt man die Dochte neben einander auf und gießt über dieselben das flüssige Wachs. Wenn die Lichter die erforderliche Stärke erreicht haben, rundet man sie durch Rollen auf einem Rollbrete ab. Die Altarkerzen erhält man, indem man in die Mitte eines breit gedrückten Wachsstückes von der Länge der Kerze, den Docht bringt, das Stück zusammenlegt und rund rollt. — Die bekannten dünnen, schneckenförmig um sich herum gelegten Wachsstöcke erhält man, indem man Dochte durch ein geschmolzenes Gemenge von Wachs, Talg und Terpentin zieht, den getränkten Docht durch eine messingene Ziehscheibe gehen läßt und nachher auf einer Trommel aufwickelt, um dem Wachsstock die gebräuchliche Form zu geben.

Kerzen.

Wachsstöcke.

Beleuchtung mittelst flüssiger Substanzen.

II. **Beleuchtung mittelst flüssiger Substanzen.** Unter den verschiedenen Arten von Oelen sind es allein die fetten, schmierigen, die als Beleuchtungsmittel angewendet werden können. Von diesen Oelen wendet man vorzugsweise das Raps- oder Kohlsaatöl (huile de colza), das Winterrübsenöl, das Oliven- und Baumöl,

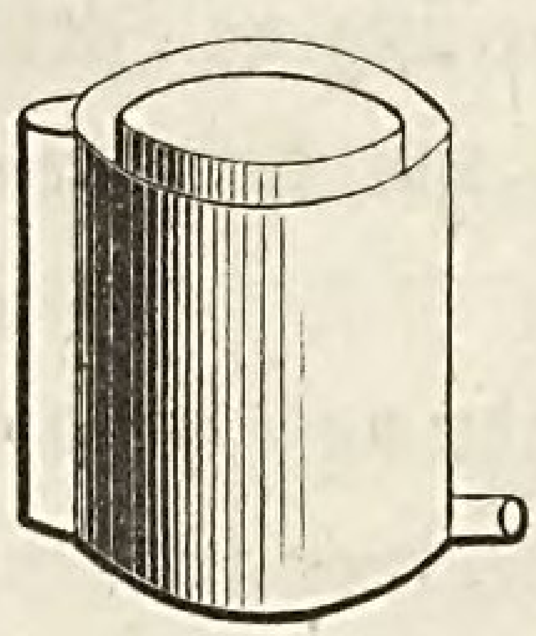
den Fischthran und zuweilen auch das eintrocknende Mohnöl an. Außerdem wird in der neueren Zeit noch das Oel der Madia sativa angewendet. Um diese Oele zu reinigen, gießt man 2 Proc. englische Schwefelsäure oder eine concentrirte Lösung von Chlorzink in dieselben und rührt gut um. Die Schwefelsäure oder das Chlorzink greift das Oel nicht an, zerstört aber alle schleimigen und fremdartigen Bestandtheile. Durch Waschen mit Wasser wird die Säure oder das Chlorzink entfernt und das Oel gereinigt. Die zur Beleuchtung dienenden Oele faßt man mit dem Namen Brennöl zusammen.

Reinigen des Oeles.

Lampen.

Die Lampen. Die Beleuchtung mittelst Lampen ist wohl eine der ältesten Beleuchtungsmethoden. Man schreibt ihre Erfindung den alten Aegyptern zu. Von Griechenland und Rom verbreitete sich ihr Gebrauch im übrigen Europa. Die antiken Lampen waren nur aus gebrannter Erde, ihre Form ließ aber in Bezug auf Schönheit nichts zu wünschen übrig. Da diese Lampen jedoch durch die Völkerwanderung verloren gingen und im Mittelalter die Erfindung der Talg- und Wachslichter die Aufmerksamkeit von den Lampen ablenkte, so kannte man bis zu Ende des 18. Jahrhunderts nur gemeine Lampen von Blech, Kupfer oder Zinn, und während von den Alten Fett gebrannt wurde, brannte man Oel. In der angegebenen Zeit gab der pariser Pharmaceut Quinquet der Lampenflamme einen Glascylinder als Schornstein, um den Luftzug zu verstärken, dadurch eine vollständigere Verbrennung des Leuchtmaterials und eine weißere Flamme zu erzielen. Es sind dies die Lampen mit einfachem Luftzug. Gute Lampen der Art geben hinsichtlich des Oelverbrauches ein gutes Licht, doch bei weitem nicht das Maximum. Eine dies bezweckende wichtige Abänderung brachte der Franzose Ami Argand 1786 an den Lampen an, indem er den Docht rund und hohl machte, so daß die Verbrennung innen und außen gleich vollständig vor sich geht. Die Argand'sche Lampe oder die Lampe mit doppeltem Luftzug besteht aus zwei concentrischen Cylindern (Fig. 112 und 113), zwischen welchen sich ein Ring befindet, der zum Festhalten des Dochtes dient (Fig. 114). Der innere Theil des Cylinders steht mit dem Oelreservoir in Verbindung, in welchem das Niveau des Oeles etwas niedriger, als in dem inneren Theile des Cylinders ist. Durch einen zweimal gebogenen Draht, der mit dem Ringe, welcher den

Fig. 112.



Docht hält, in Verbindung steht, kann der Docht heraus- und hineinbewegt werden. Mit diesem Apparat ist ein gewöhnlich durchbrochener Metallcylinder verbunden, welcher den Glascylinder trägt. Aus den Figuren 115 und 116 wird die Construction der Argand'schen Lampen ersichtlicher sein; die Pfeile deuten den Luftzug an. Früher befand sich das Oelreservoir an einer Seite der Lampe, wodurch ein starker Schatten geworfen wurde. Eine wichtige Verbesserung und Abänderung bestand darin, daß man die Lampe mit einem ringförmigen Oelbehälter versah, der zugleich meist zum Tragen des Glasschirmes dient. Wegen der Form des Oelbehälters nannte man diese Lampen *Kranzlampen*, welche nach der Form des Kranzes Astrallampen oder Sinumbralampen genannt wurden. Bei den *Astrallampen* (siehe umstehende Fig. 117), eine Erfindung von *Bordier-Marcel* (Par. 1809), ist die Gestalt des Kranzes die eines niedrigen cylindrischen Ringes. Der unangenehme Schatten, der durch diesen Ring hervorgebracht wurde, veranlaßte die Erfindung der *Sinumbralampen* (*Ohne-Schatten-Lampen*), (siehe umstehende Fig. 118)

Fig. 113.



Fig. 114.

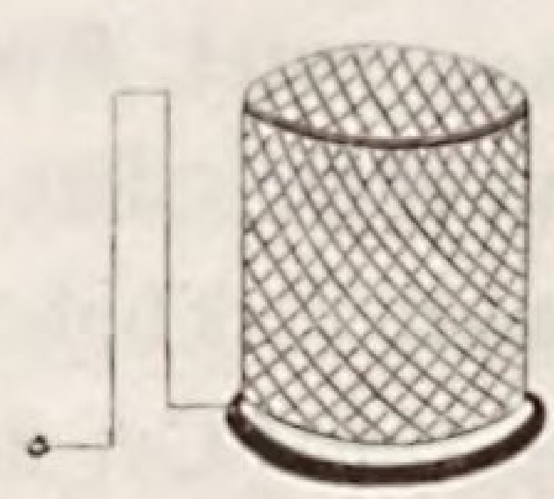


Fig. 115.

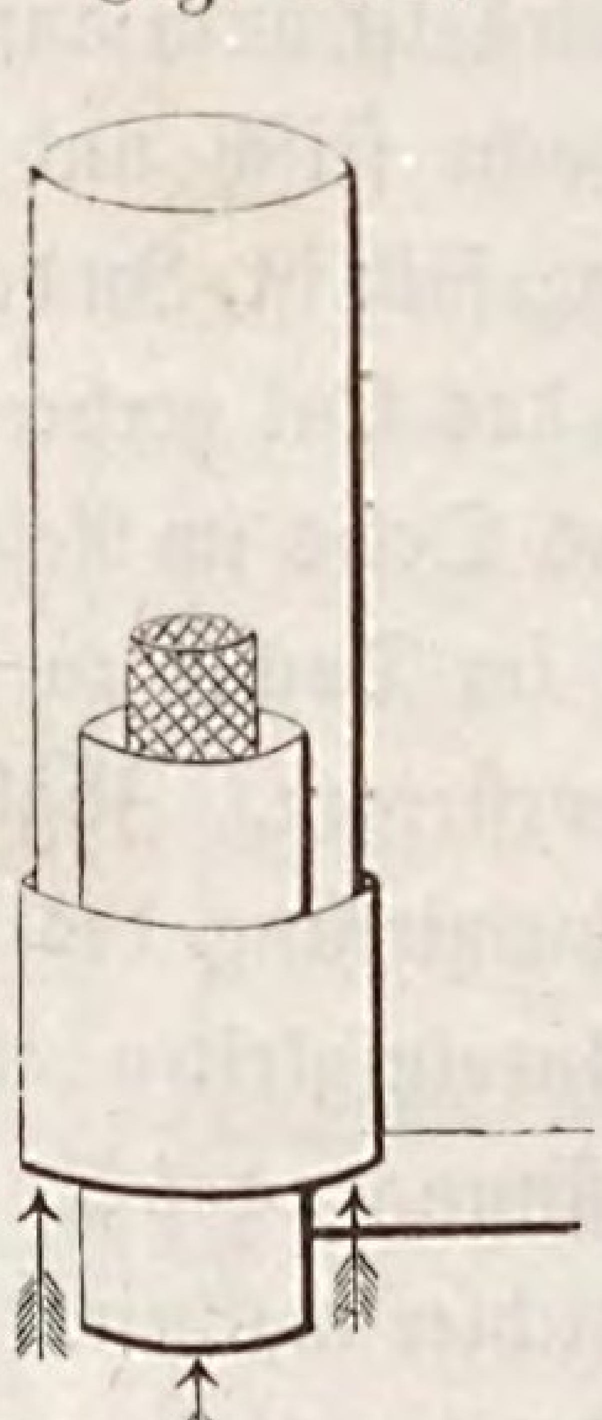
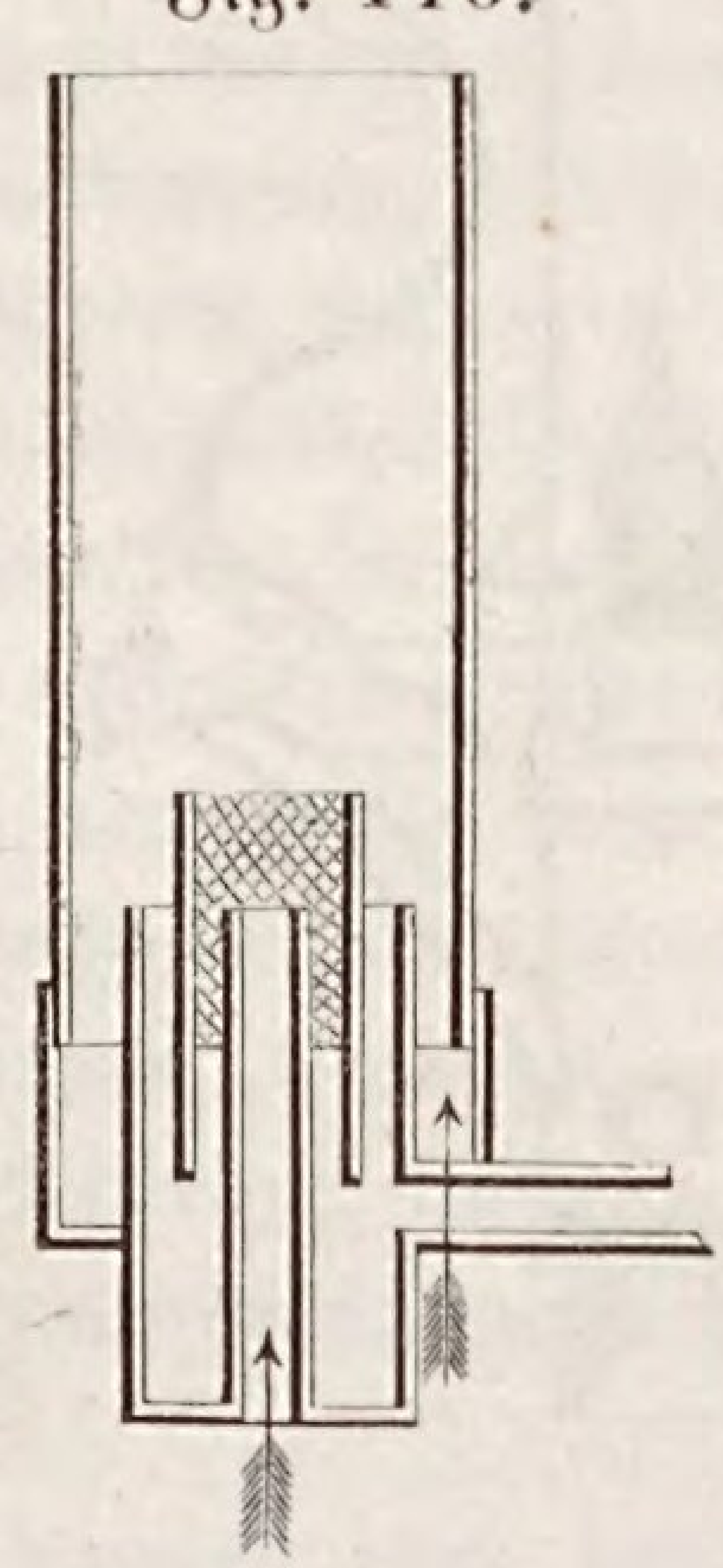


Fig. 116.



weil bei denselben durch zweckmäßige Form des Kranzes und des Lampenschirmes der Schatten desselben auf ein Minimum reducirt wird; der Kranz

bildet bei diesen Lampen einen flachen, aber breiten Ring, dessen Flächen nach innen in eine Kante zusammenlaufen. Der Schirm bedeckt ferner die Flamme noch unterhalb des Kranzes, so daß der ohnehin geringe Schatten des Kranzes durch Zerstreuung der Lichtstrahlen fast vollkommen aufgehoben wird. Einzelne der eben beschriebenen Lampen geben zwar ein schönes Licht, doch ist dasselbe nur von kurzer Dauer und die Intensität des Lichtes meist eine fortwährend abnehmende. Dieser Uebelstand liegt in der Art der Wirksamkeit des Dochtes, so wie in der Lage des Oelreservoirs. Ein jeder Faden des baumwollenen Dochtes verhält sich als Capillarröhre. Der brennende Theil des Dochtes ist nun bei den beschriebenen Lampen stets höher als das Niveau im Reservoir; das Oel muß demnach durch Capillarität in dem Docht in die Höhe steigen, und zwar, wenn die Intensität der Flamme gleich bleiben soll, in dem Verhältniß, als es durch Verbrennung consumirt wird. Dies ist auch anfangs der Fall, wo der Docht frisch und das Reservoir mit Oel angefüllt ist. In dem Verhältnisse aber, als das Oel verbrennt, sinkt das Niveau des Oeles im Reservoir und das Oel muß im Dochte zu einer größeren Höhe emporsteigen. Zugleich wird auch die Capillarwirkung des Dochtes geringer, da Unreinigkeiten einen Theil der Capillaröffnungen des Dochtes verstopfen und ihn dichter machen. Da nun jetzt weniger Oel in die Flamme gelangt als vorher, so nimmt das Licht an Intensität ab und es verkohlt der obere Theil des Dochtes, wodurch die Capillaröffnungen verschlossen werden und die Flamme endlich verlischt. Um

Fig. 117.

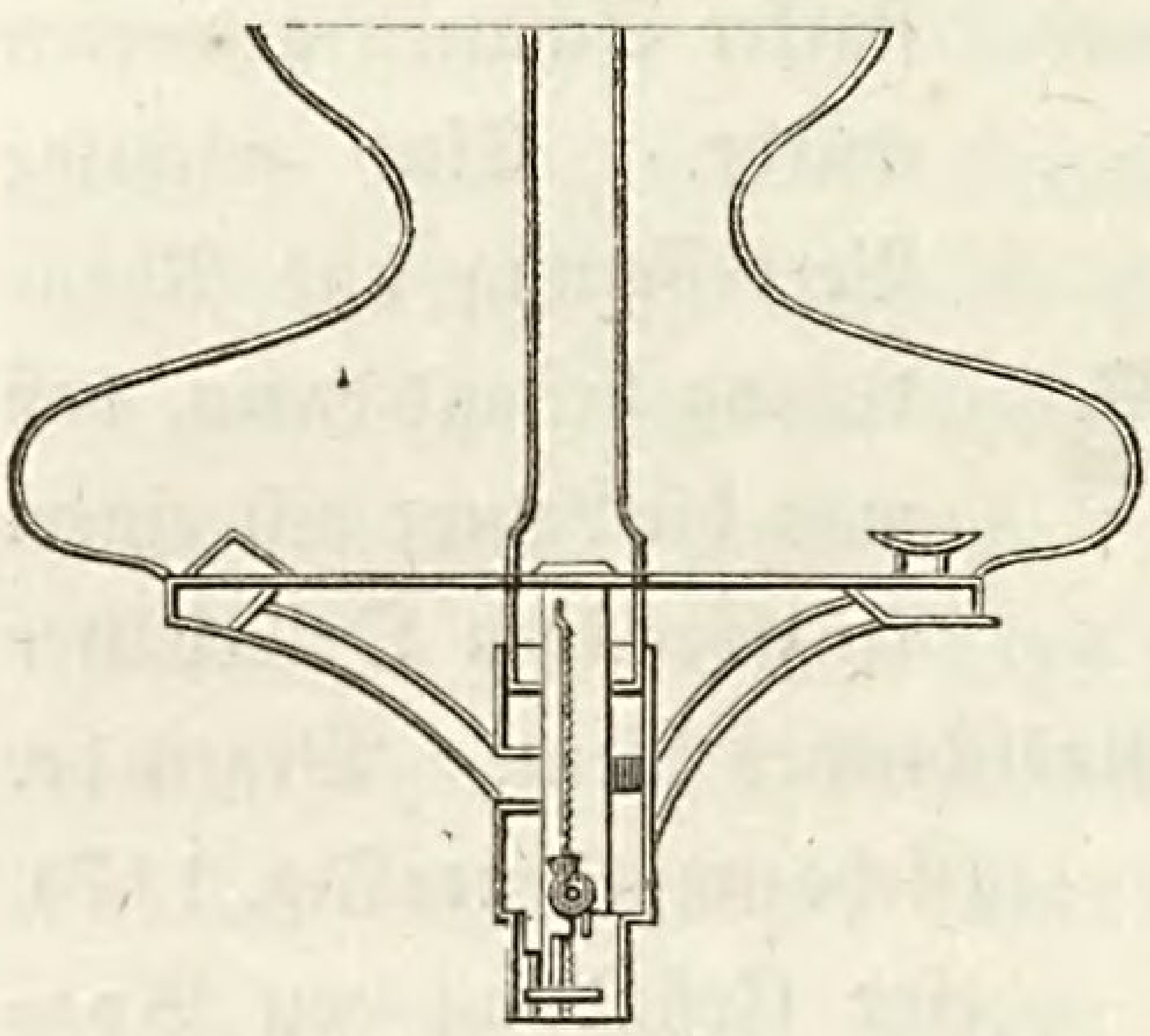
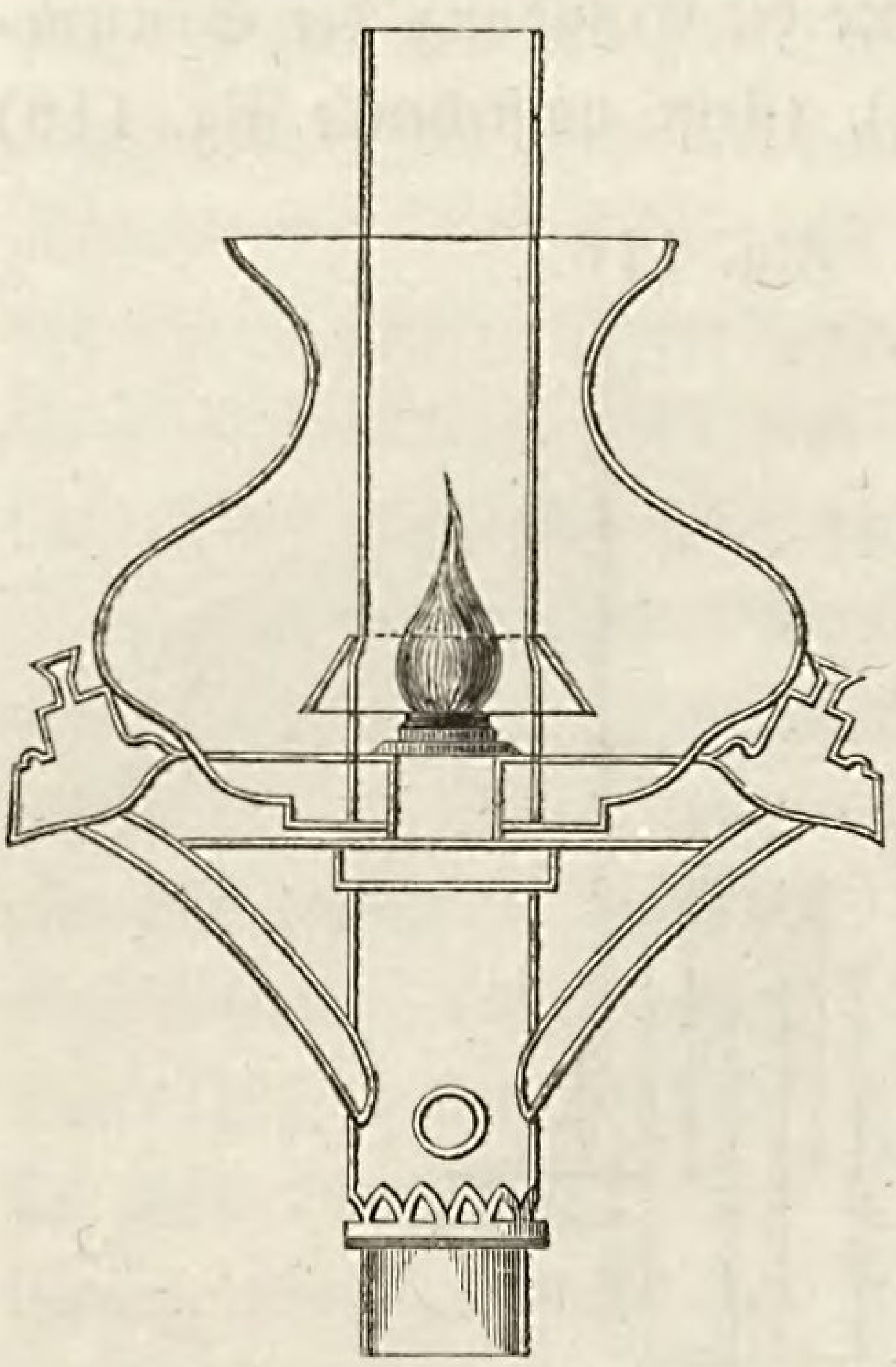


Fig. 118.



diese Verminderung der Lichtintensität möglichst zu verhindern, ist es also einfach genügend, das Oel in demjenigen Theil der Lampe, in welchem sich der Docht befindet, möglichst hoch und gleichförmig hoch zu erhalten. Dies läßt sich nun auf die verschiedenste Weise bewerkstelligen. Je nach den Princip, was hierbei befolgt wird, unterscheidet man:

1) Flaschen- oder Sturzlampen,
2) Aerostatische Lampen,
3) Hydrostatische Lampen,
4) sogenannte mechanische Lampen.

Flaschen- oder Sturzlampen.

Das Princip, auf welches die Flaschen- oder Sturzlampen basirt sind, läßt sich folgendermaßen ausdrücken. Wenn (Fig. 119) zwei Gefäße C und B mit einander communiciren, so wird, wenn man in das eine der beiden Gefäße einen Behälter A bringt, der an dem unteren Theile geöffnet ist, die in dem Behälter A befindliche Flüssigkeit ausfließen und die beiden Gefäße B und C anfüllen. Die atmosphärische Luft tritt durch die Oeffnung c ein und füllt das Gefäß in dem Maße an, als daraus Flüssigkeit entweicht. Das Ausfließen der Flüssigkeit hört aber auf, sobald der untere Theil des Gefäßes A mit dem Niveau der Flüssigkeit in Berührung kommt. Da nun durch die Verbrennung des Oeles bei B ein Fallen des Niveaus stattfindet, so findet auch ein stoßweise erfolgendes Nachfließen und eine ununterbrochene Verbrennung statt. Da das Niveau des Oeles aber nicht unveränderlich ist, sondern abwechselnd steigt und fällt, so nennt man auch die nach diesem Princip construirten Lampen: Lampen mit intermittirendem Niveau. Figur 120 zeigt den Durchschnitt einer häufig angewendeten Flaschenlampe.

Fig. 119.

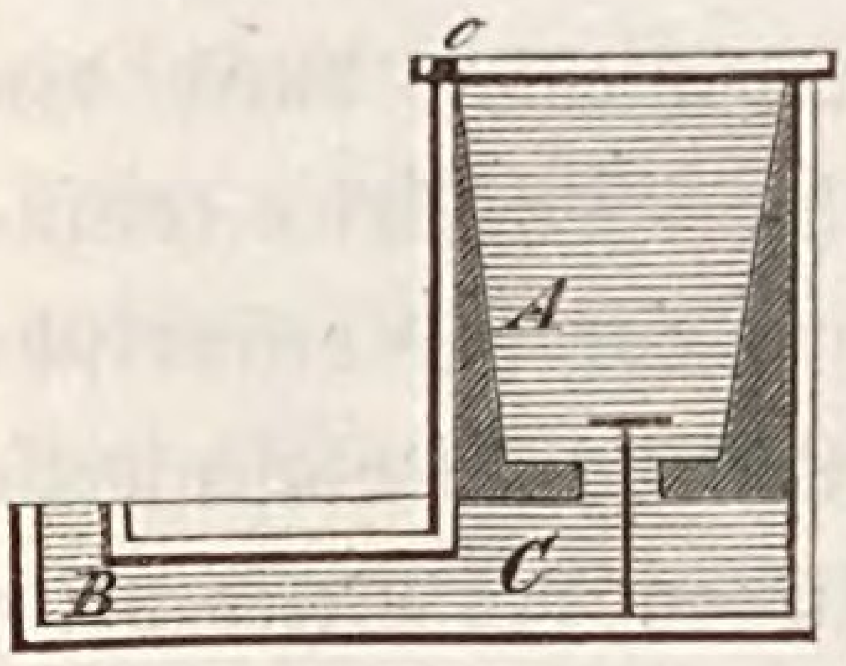
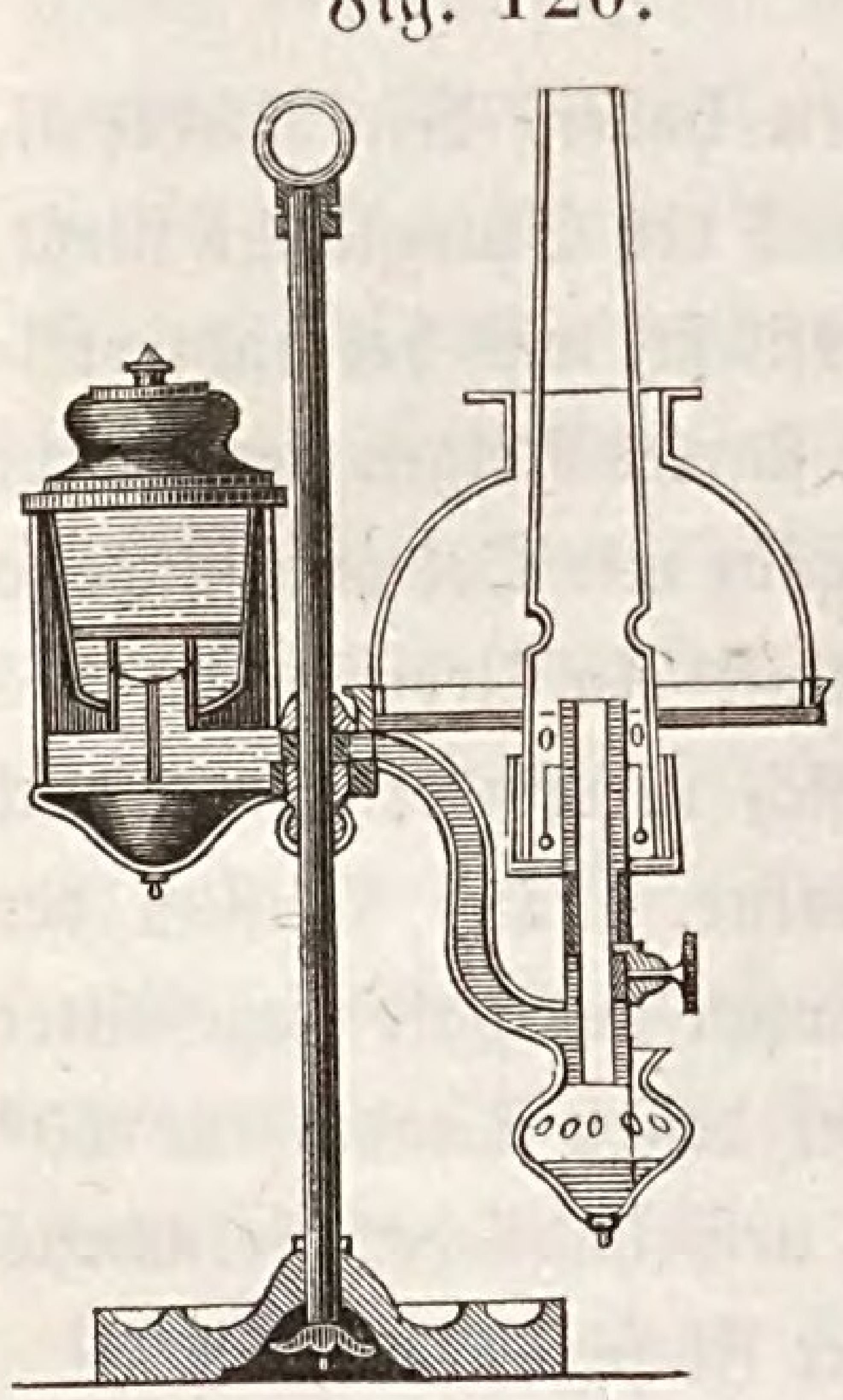


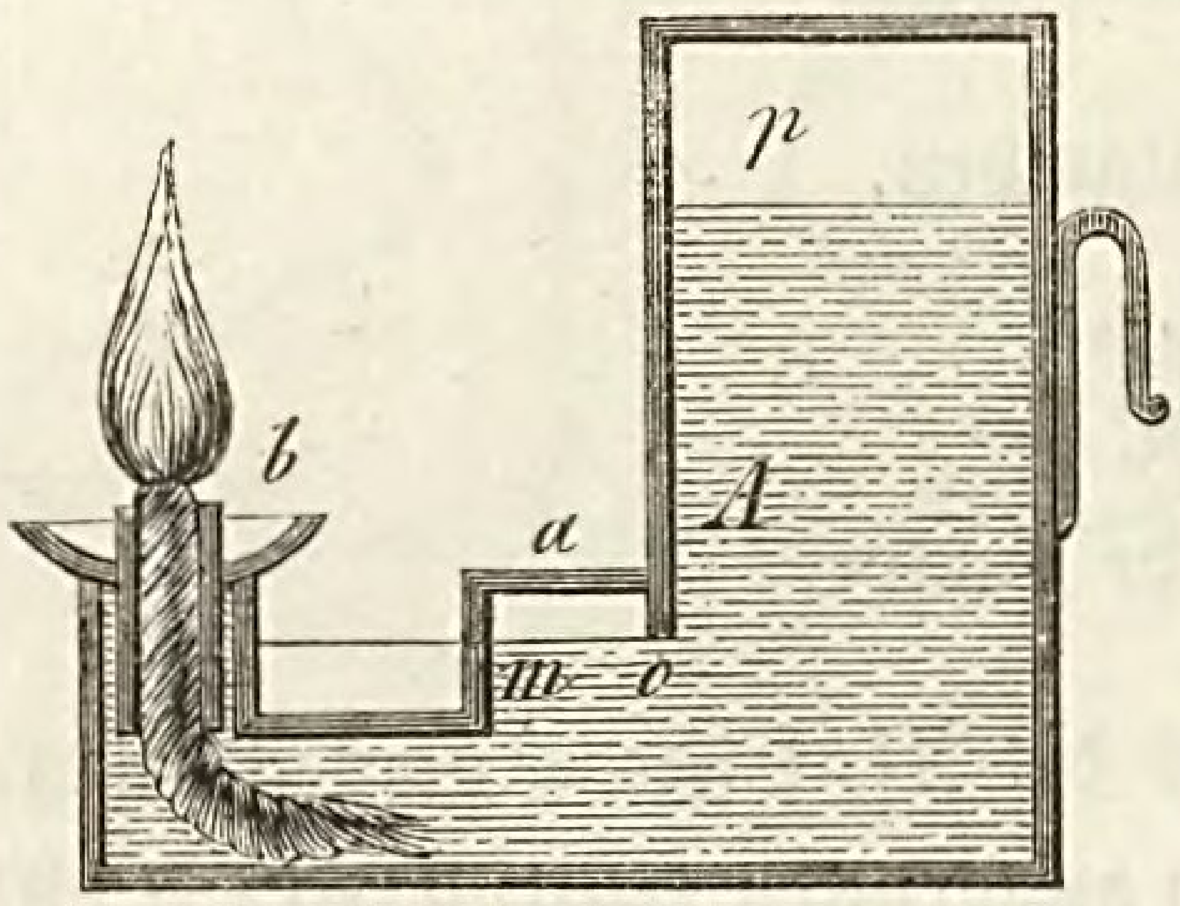
Fig. 120.



Andere Lampen nach demselben Princip sind die auf umstehender Seite Fig. 121 und Fig. 122 abgebildeten.

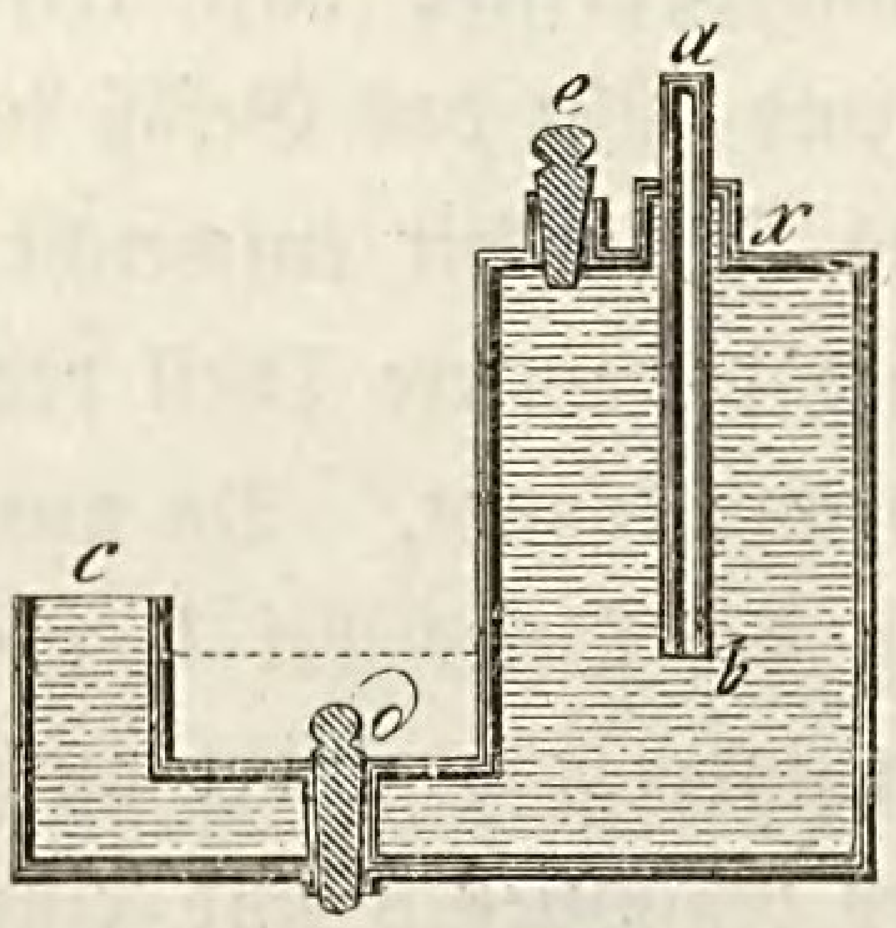
Fig. 121. Die Lampe wird durch Eingießen des Oeles bei a und zweckmäßige Neigung der Lampe gefüllt. Bei b befindet sich der Docht; in a und b steht das Oel bis m. Wenn nun durch Verbrennung das Niveau des Oeles bei b sinkt, so sinkt es auch bei a. Ist es nun bis unterhalb der Wand o gesunken, so tritt Luft in das Gefäß A ein und sammelt sich oberhalb des Oeles bei p; dadurch steigt das Oel in b und a, bis die Wand o sich von Neuem in Oel befindet.

Fig. 121.



Aehnlich ist die Lampe Fig. 122, bei welcher der Mündung der beweglichen Sturzflasche der Fig. 120 die untere Oeffnung des Rohres a b entspricht, das durch die Stopfbüchse x, zwar luftdicht, aber verschiebbar durch den Deckel des Gefäßes A geht. Das bei c consumirte Oel wird sogleich durch das in A befindliche Oel ersetzt, an dessen Stelle die Luft blasenweise durch b eintritt. Das Niveau des Oeles bei c ist abhängig von dem Stande der Mündung b; der Zufluß des Oeles läßt sich demnach durch Verschieben des Rohres a b reguliren. Die Hähne d und e werden nur beim Füllen des Gefäßes A benutzt.

Fig. 122.



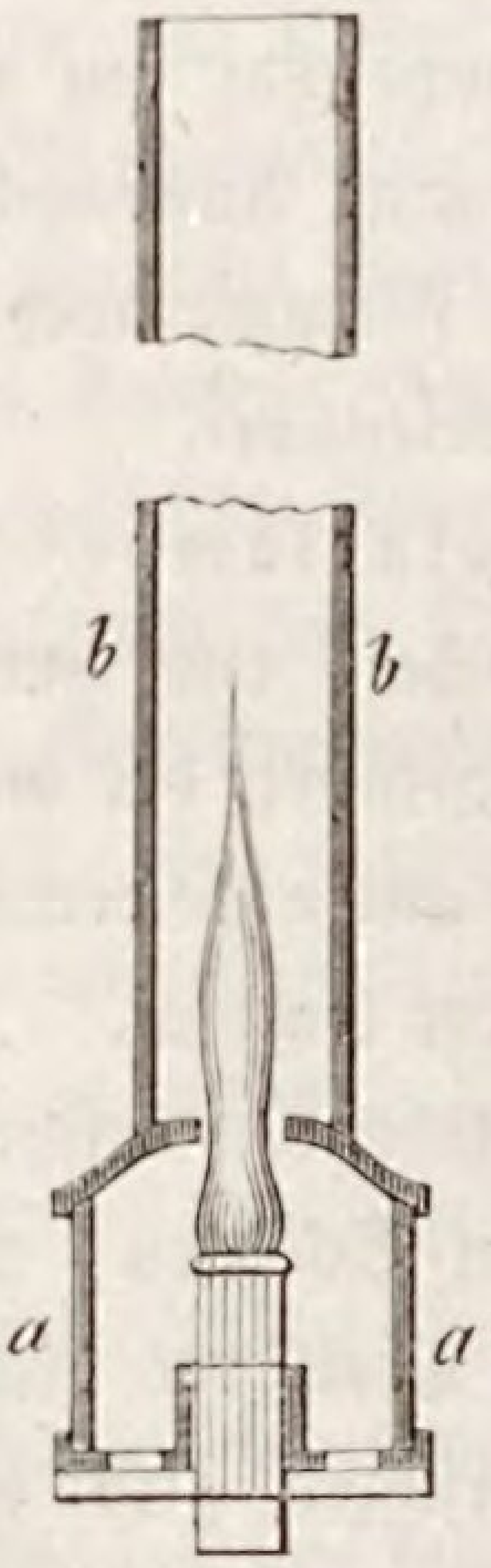
Die Flaschenlampen haben den Nachtheil, daß, wenn mehr Oel aus der Sturzflasche fließt, als consumirt wird, das Oel aus dem Brenner ausfließt, was bei nicht vollständigem Verschluß der Sturzflasche oder durch zu starkes Neigen der Lampe bewirkt werden kann. Ist die Sturzflasche nicht ganz mit Oel angefüllt, so kann durch Ausdehnung der darin enthaltenen Luft ein Ueberfließen des Oeles stattfinden. Dasselbe wird bewirkt durch sich vermindernden Druck (Fallen des Barometers) und steigende Temperatur. Der Einfluß der Wärme ist der stärkere. Wird z. B. eine Flaschenlampe mit halb angefüllter Flasche aus einem Zimmer in ein anderes getragen, dessen Temperatur 20° höher ist, so dehnt sich die Luft um nahe $^1/_{14}$ ihres ursprünglichen Volumens aus, drückt auf das Oel und drängt dieses aus der Flasche.

In Bezug auf Vorkehrungen, um durch Modification des Cylinders und des Brenners die Leuchtkraft der Flamme zu vergrößern, sind anzuführen die Benkler-Ruhl'sche Lampe, die Liverpool-Lampe und die Frankenstein'sche Solarlampe.

Benkler-Ruhl's Lampe.

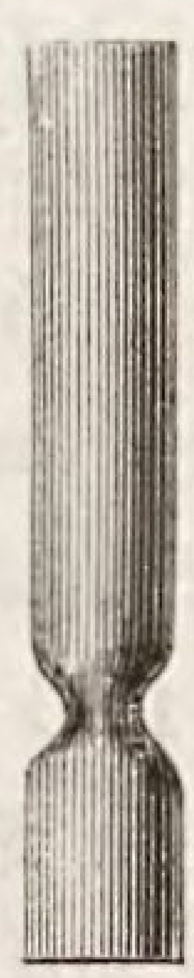
Die Benkler-Ruhl'schen Lampen (zuerst in England von Deane angegeben, dann in Deutschland verschieden modificirt von Fries in Frankfurt, und Ruhl und Benkler in Wiesbaden verbreitet), häufig auch, obwohl unpassend, Ölgaslampen genannt, unterscheiden sich von den übrigen Oellampen dadurch, daß das Oel in ihnen vollständiger verbrennt, als in den meisten übrigen, daß daher die Flamme eine größere Leuchtkraft erhält und daß geringere Oelsorten wie Thran u. s. w. ohne Verbreitung eines Geruches die letzten Producte der Verbrennung: Kohlensäure und Wasser liefern. Die vollständigere Verbrennung wird dadurch bewirkt, daß man den Flammenkegel concentrirt und die Flamme spitzer macht, zugleich den Luftzug durch einen längeren und engeren Cylinder verstärkt. Der Cylinder von Benkler-Ruhl besteht (Figur 123) aus zwei Theilen a und b. Der untere weitere Theil a ist von Glas und mit einem etwas gewölbten Deckel von Blech versehen, in dem sich eine enge Oeffnung befindet, auf welche der enge Cylinder b gesetzt wird. Der brennende Docht befindet sich fast in gleicher Höhe mit dem unteren Theile des Metalldeckels.

Fig. 123.



Später ist derselbe Zweck auf einfachere Weise von Fries dadurch erreicht worden, daß jener Metalldeckel ganz weggelassen, dagegen aber dem Glascylinder eine Einbiegung (Fig. 124) ertheilt und der Cylinder in solcher Höhe angebracht wurde, daß sich diese Einbiegung etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Zoll über dem Dochte befindet.

Fig. 124.

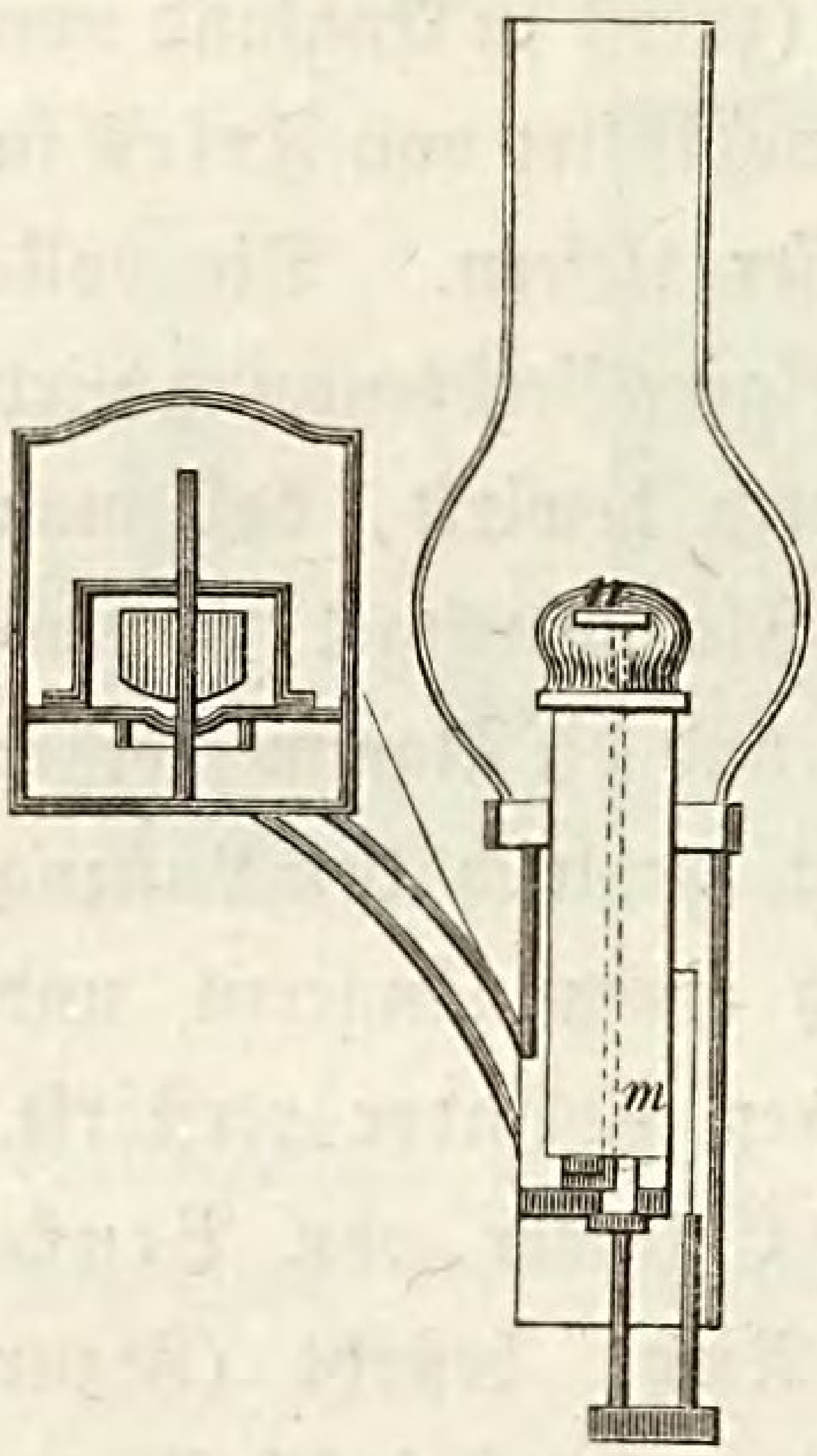


Liverpool-Lampe.

Die Liverpool-Lampe unterscheidet sich von der vorstehenden dadurch, daß, während bei der letzteren der äußere Luftstrom gegen die Flamme getrieben und dieser dadurch eine langgestreckte kegelförmige Gestalt ertheilt wird, bei der Liverpool-Lampe auch der innere Luftstrom mehr horizontal gegen die Flamme dirigirt wird. Das Eigenthümliche der Construction dieser Lampe besteht

(Fig. 125) darin, daß in der Axe des Brenners ein starker Draht m bis über die Mündung desselben geht, und etwa $1/4$ Zoll über dem Ende des Dochtes eine dünne Messingscheibe n ungefähr von dem Durchmesser des Dochtes trägt. Der innere Luftstrom prallt an dieser Scheibe ab und wird von allen Seiten gegen die Flamme getrieben, welche auf diese Weise eine tulpenförmige Gestalt erhält. Das Cylinderglas dieser Lampe hat am unteren Ende eine große kugelförmige Ausbauchung, welche die Entwickelung der Flamme noch mehr erleichtert.

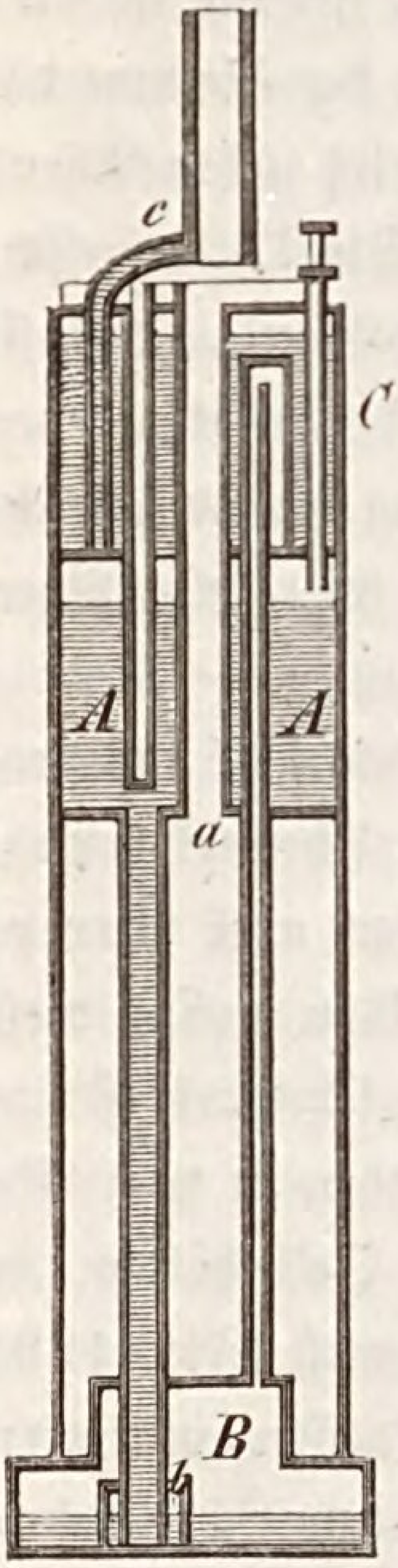
Fig. 125.



Solarlampe. Bei der Frankenstein'schen Solarlampe wird innerhalb des runden Dochtes ein zweiter Docht von Spitzengrund eingeführt, der mit einem Kreideüberzug versehen ist, und nicht verbrennt, sondern mit einem weißen Lichte leuchtet.

Aerostatische Lampen. Die im Vorstehenden beschriebenen Lampen haben sämmtlich den Fehler, daß durch den Schatten, welchen das an der Seite angebrachte Oelreservoir wirft, ein Theil des Lichtes verloren geht. Um diesen Fehler zum Verschwinden zu bringen, giebt es nur ein Mittel, nämlich das Oelreservoir in den Fuß der Lampe zu legen, in welchem Fall dann aber das Oel durch aerostatischen, hydrostatischen oder mechanischen Druck bis zur Höhe des Brenners gehoben werden muß. Bei den aerostatischen Lampen wird in das geschlossene Oelreservoir gewaltsam Luft eingepreßt, welche auf das Oel drückt und dasselbe in einem Steigrohre dem Brenner zuführt. Eine sehr gut construirte Lampe dieser Art ist die Lampe von Girard, die auf demselben Princip, wie der Windkessel der Feuerspritze oder der Heronsbrunnen beruht; da der Druck der Luft ein abnehmender ist, so ist eine Vorrichtung in dem Heronsbrunnen angebracht, durch welche der Zufluß des Oeles zu dem Brenner ein gleichmäßiger ist. Die Construction dieser Lampe ist aus nebenstehender Fig. 126 ersichtlich. Die Lampe erscheint in Form eines Cylinders, in welchem die Theile A, B, C zu unterscheiden sind; diese Theile sind durch vier Röhren mit einander verbunden oder getrennt. Durch den Theil A wird die Oelsäule in dem Rohre a b gespeist. B ist das Gefäß mit der eingeschlossenen Luft, welche den Druck auf die Luft in C

Fig. 126.



überträgt. So lange demnach Druck stattfindet, so lange wird auch Oel in der Röhre c bis zum Brenner steigen. Die Dimensionen dieser Lampe sind der Art, daß die Lampe länger als zehn Stunden gleichmäßig brennt.

Hydrostatische Lampen. Die **hydrostatischen Lampen** gründen sich auf das bekannte physikalische Gesetz, daß, wenn zwei mit einander communicirende Gefäße Flüssigkeiten von verschiedenem spec. Gewicht enthalten und diese Flüssigkeiten mit einander im Gleichgewicht stehen, die Höhe der Flüssigkeitssäulen im umgekehrten Verhältnisse zum spec. Gewicht steht. Die Flüssigkeit, welche bei dieser Art Lampen dem Oel das Gleichgewicht halten soll, muß specifisch schwerer als Oel sein und darf weder die Lampe noch das Oel angreifen. Unter den verschiedenen Constructionen dieser Lampe ist die von **Thilorier** die vorzüglichste, wobei als drückende Flüssigkeit eine Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd in Wasser zu gleichen Theilen benutzt wird. Das spec. Gewicht dieser Auflösung ist 1,6, das des Oeles = 1 gesetzt. Die Höhen der Flüssigkeitssäulen im Gleichgewicht verhalten sich demnach wie 16 : 10. Die Lampe von **Thilorier** hat folgende Einrichtung (Fig. 127): A ist verschlossen, und steht nur durch die Röhre m n mit der äußeren Luft in Verbindung. Das Rohr a b verbindet A mit B. Von B geht ein Rohr c d bis zum Brenner empor. Die Lampe wird vermittelst des (Fig. 128) abgebildeten Trichters A B gefüllt, zuerst mit der Zinkauflösung, sodann mit dem Oel. Das überschüssig zugesetzte Oel läuft durch das Rohr i k in das Gefäß P, das von Zeit zu Zeit ausgeleert wird. Die Zinkauflösung steht in der Lampe von h bis k, das Oel von k bis d. Indem

Fig. 127.

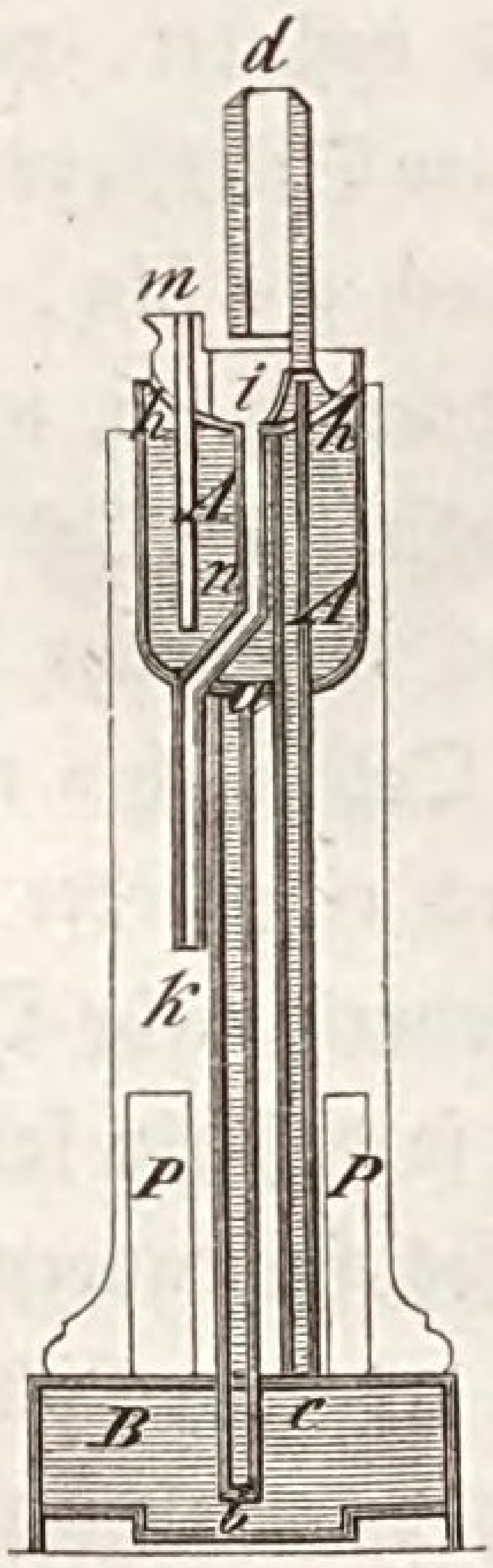
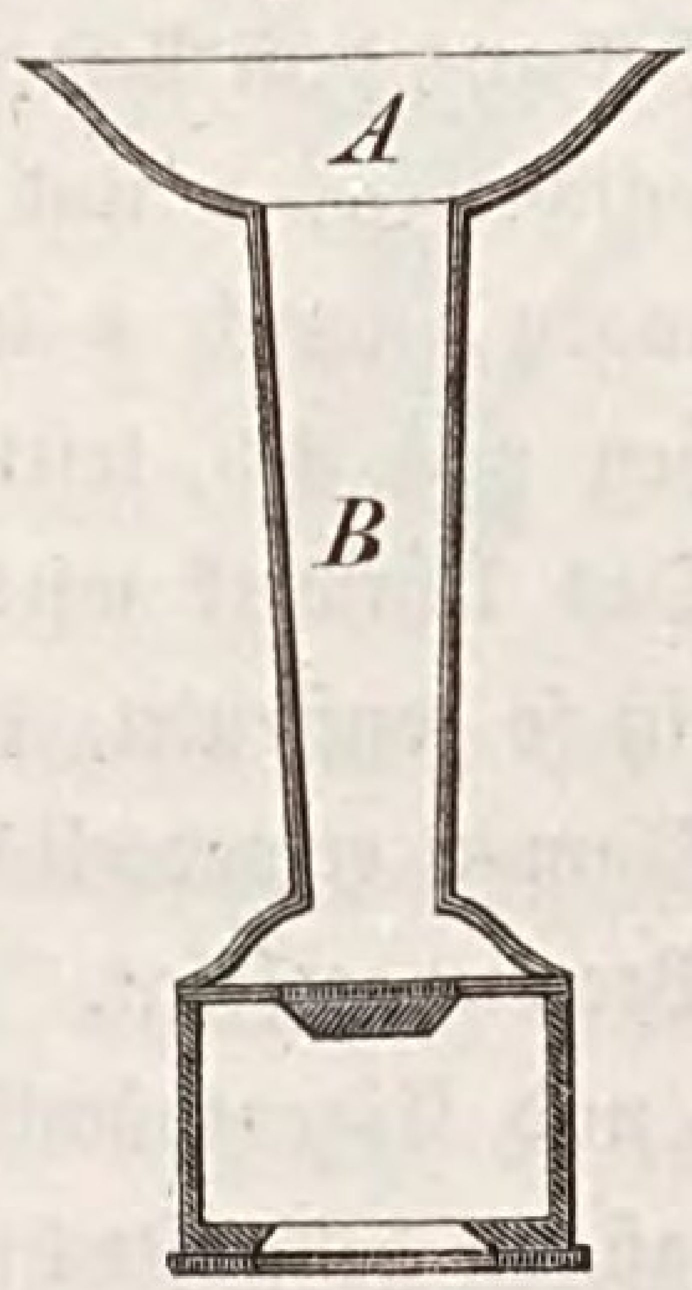


Fig. 128.

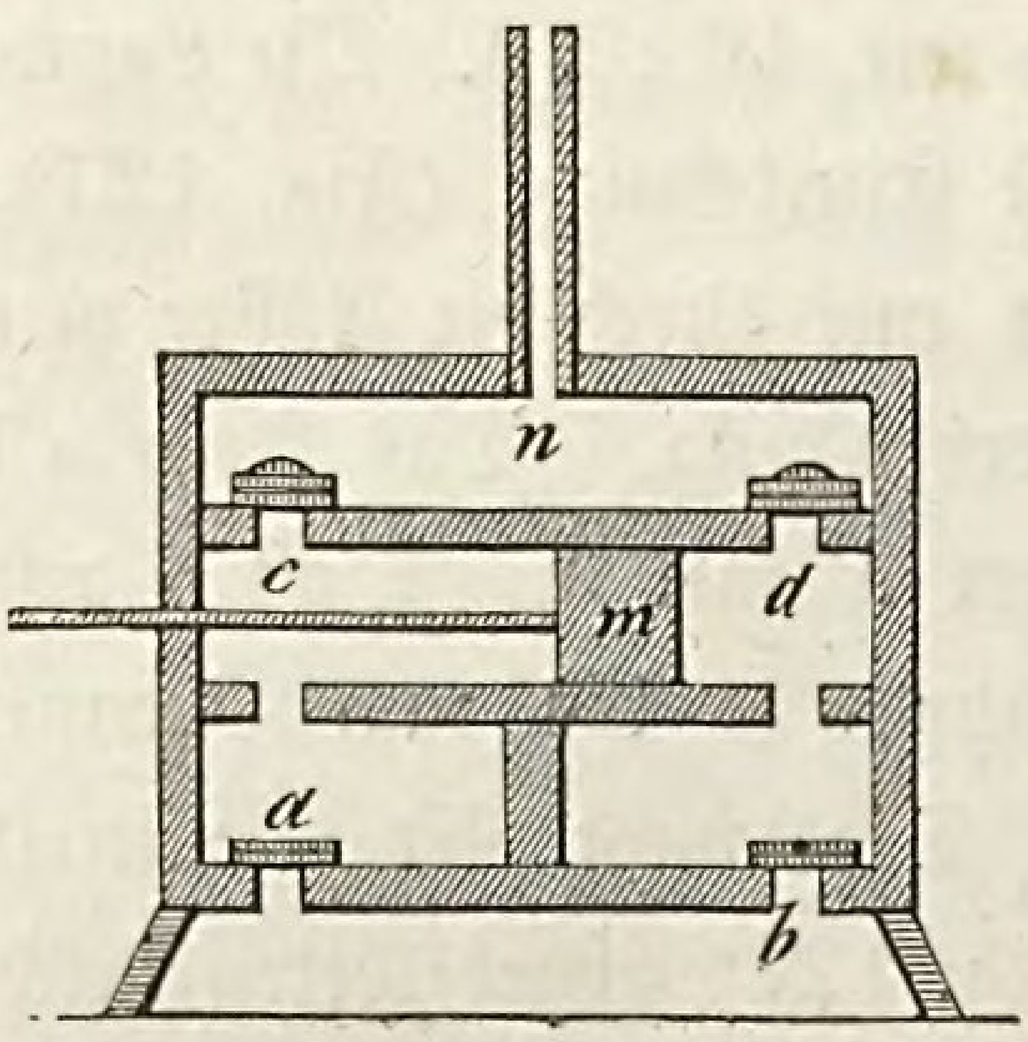


nun das Oel bei d verbrennt, fällt das Niveau der Zinkauflösung bei h, steigt dagegen bei k. Das Oel sinkt demnach bei d etwas, jedoch ist dies im Laufe eines Abends so unbedeutend, daß die Helligkeit der Flamme dadurch nur unmerklich beeinträchtigt wird. Die Lampe wird jeden Abend mit Oel gefüllt; die Zinklösung bleibt immer dieselbe. Die Thilorier'sche Lampe leidet ungeachtet ihrer großen Vorzüge an dem Uebelstand, daß sie während des Brennens ohne Gefahr des Verlöschens nicht bewegt werden darf, indem die durch die Bewegung entstehende Schwankung der im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten, eine nachtheilige Störung im regelmäßigen Aufsteigen des Oeles verursacht.

Mechanische Lampen.

Bei den mechanischen Lampen wird das Oel aus dem Fuße der Lampen durch eine kleine Pumpe, die durch ein Uhrwerk bewegt wird, zu dem Brenner emporgetrieben. Die erste Uhrlampe oder Pumplampe wurde von Carcel 1800 in Paris construirt. Man nennt diese Lampe deshalb allgemein die Carcel'sche Lampe. Das Uhrwerk ist im Fuße der Lampe befindlich, der durch einen horizontalen Boden in zwei Abtheilungen getheilt ist; die obere Abtheilung dient als Oelbehälter, in welchem zugleich die Pumpe angebracht ist. Das Pumpwerk (Fig. 129) ist ein viereckiges Gefäß, dessen mittleren Theil der Stiefel bildet, in dem sich der horizontalliegende Stiefel hin- und herbewegt; der obere Raum n steht mit dem Steigrohr in Verbindung, der untere Raum, in dessen Mitte sich eine Scheidewand befindet, vermittelst zweier Ventile mit dem Oelreservoir. Bewegt sich der Kolben m nach c a hin, so tritt Oel aus dem Reservoir durch b ein, und das zwischen c, a und m befindliche Oel ist gezwungen, durch c in das Steigrohr zu treten; bei der Bewegung des Kolben nach d b, tritt das Oel durch a ein und durch d in das Steigrohr.

Fig. 129.



Das Uhrwerk wird durch eine Feder in Bewegung gesetzt. Die Oelpumpe ist so construirt, daß sie weit mehr Oel heraufpumpt, als zur Speisung der Flamme erforderlich ist, so daß ein fortwährendes Ueberfließen aus dem Brenner erfolgt. Dieses fortdauernde Ueberfließen ist etwas Wesentliches und Eigenthümliches der Carcel'schen Lampe und bezweckt einestheils, daß es dem Dochte nie an Oel fehle,

anderentheils, daß sowohl der Brenner wie das aus ihm hervorragende Dochtende abgekühlt werde, so daß eine Verkohlung des Dochtes, also eine Verminderung der Capillarwirkung desselben, ausgeschlossen ist. Das überfließende Oel gelangt in den offenen Behälter zurück, um später wieder aufgepumpt zu werden. In der Carcel'schen Lampe verbrennt das Oel auf die zweckmäßigste Weise. Diese Lampe giebt die größte Menge Licht, das während eines Abends an Intensität nicht abnimmt.

Regulateurlampe. Seit Erfindung der Regulateur-Lampen (Moderateurlampen), die sich durch größere Einfachheit und Wohlfeilheit und dadurch auszeichnen, daß sie sehr selten in Unordnung kommen, sind die Carcel'schen Lampen etwas in den Hintergrund gedrängt worden. In den Regulateur-Lampen wird das Oel durch den Druck einer Spiralfeder zum Brenner gehoben. Die Zuführung des Oeles nimmt aber in dem Verhältnisse ab, als die Spannung der Feder sich verändert. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes trägt nach Richardson's Verbesserung, die zusammengedrückte Feder das Oel über einen Kolben und steht im Gleichgewicht mit der Belastung. In dem Verhältnisse, als das Oel verbrennt, nimmt die Belastung ab und die Feder hebt sich. Die Feder ist genau adjustirt und ihre Ausdehnung ist gleich dem Volumen des verbrennenden Oeles, daher immer ein gleiches Niveau erhalten bleibt.

Als Anhang zu den Oellampen seien noch erwähnt die antike Lampe (Fig. 130), die Küchenlampe (Fig. 131) und die Nachtlampe ohne Docht (Fig. 132); letztere besteht aus einem Schälchen a b von Metall

Fig. 130.

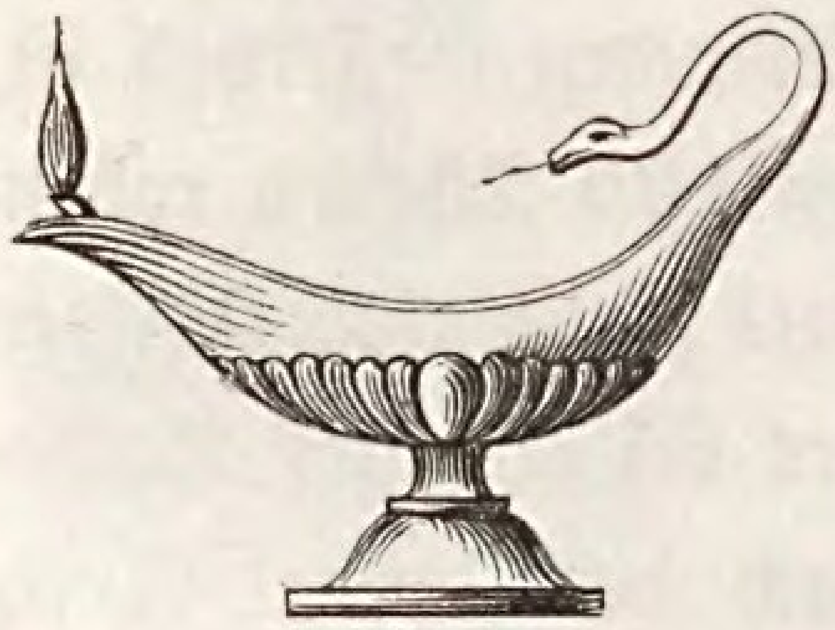
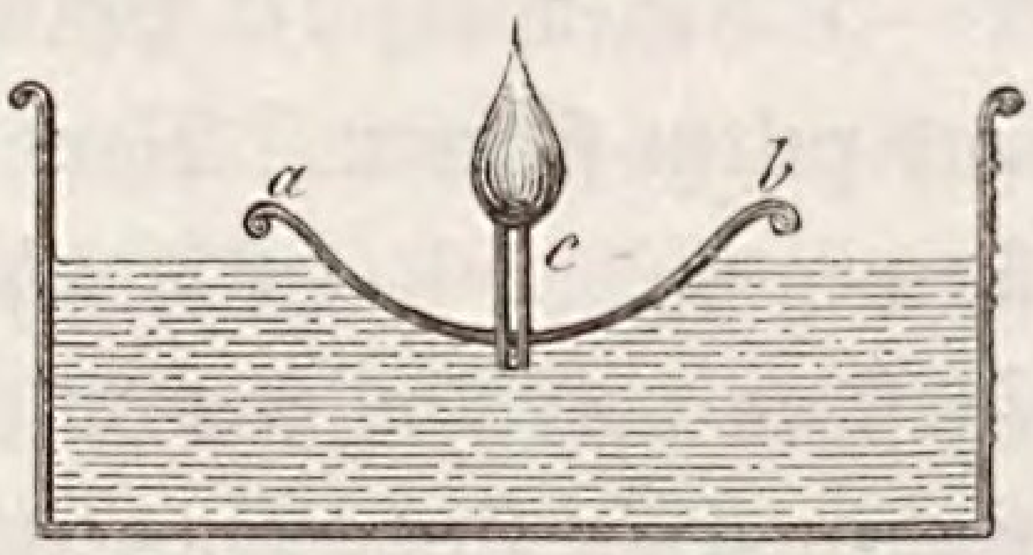


Fig. 131.



Fig. 132.



oder Glas, in dessen Mitte ein durch den Boden gehendes, offenes Röhrchen c festgemacht ist. Das Gewicht des Apparates ist von der Art, daß derselbe auf die Oberfläche von Oel gebracht, in diesem etwas tiefer einsinkt, als das Rohr c hoch ist; das Oel kommt an der Spitze von c als Tropfen zum Vorschein, der sich leicht entzünden läßt und in dem Maße als er verbrennt,

immer durch nachsteigendes Oel ersetzt wird. Diese Nachtlampe hat den Fehler, daß wegen nicht hinreichendem Luftzutritt beim Verbrennen des Oeles eine kohlige Substanz an der Mündung des Rohres zurückbleibt, welche nach kurzer Zeit das Rohr verstopft.

Lampen mit flüssigen Kohlenwasserstoffen.

Von den bis jetzt angeführten Oellampen unterscheiden sich in Bezug auf das Leuchtmaterial diejenigen Lampen, in denen man anstatt des fetten Oeles einen flüssigen Kohlenwasserstoff benutzt. Da diese Flüssigkeiten keinen Sauerstoff, aber stets eine größere Anzahl Atome von Kohlenstoff als von Wasserstoff enthalten, so bedürfen diese Körper zur vollständigen Verbrennung eines guten Luftzuges. Des hohen Kohlenstoffgehaltes wegen ist aber ihre Flamme weit weißer und das durch sie erzeugte Licht weit intensiver, als es bei den fetten Oelen der Fall ist. Der wohlfeilste flüssige Kohlenwasserstoff ist das Camphin (auch Antigas genannt), d. i. Terpentinöl, das durch Destillation über Kalk von seinem Harzgehalt befreit worden ist.

Camphin und Camphinlampe.

Um es darzustellen, werden gleiche Gewichtstheile Wasser und rohes Terpentinöl in einer kupfernen Destillirblase, die davon nicht über $^2/_3$ angefüllt sein darf, mit dem hundertsten Theil der ganzen Mischung frisch gelöschtem Kalk vermengt, und, nachdem der Helm aufgesetzt und die Fugen mit Lehm verstrichen worden, mittelst Holzfeuerung überdestillirt, bis alles Oel in die vorgelegte Glasflasche übergegangen ist. Bei gleichen Gewichtstheilen Wasser und Oel bleibt in diesem Falle noch etwa $^1/_{10}$ Wasser zurück. Die überdestillirte Flüssigkeit besteht aus zwei Schichten, deren obere, das Camphin, in eine andere Flasche abgegossen und mit einem Glasheber von dem untenstehenden Wasser abgenommen wird. Die noch etwas trübe Flüssigkeit wird mit Löschpapier, etwa 2—3 Bogen auf 10 Pfund, geschüttelt, bis sie vollkommen wasserhell ist, und zuletzt filtrirt. Man erhält auf diese Weise von 100 Theilen rohem Terpentinöl 90 — 95 Theile Camphin, welches stets in wohlverkorkten Flaschen oder Ballons aufbewahrt werden muß, weil es bei längerer Aufbewahrung an Qualität verliert. Das Camphin ist nach der Formel $C_5 H_4$ zusammengesetzt und enthält auf $7^1/_2$ Th. Kohlenstoff 1 Th. Wasserstoff. Die Lampen, in denen das Camphin verbrannt wird, wurden aus England unter dem Namen Younglampe, Imperial- oder Vestalampe eingeführt, und haben sich in kurzer Zeit außerordentlich schnell in Deutschland verbreitet. Die Camphinlampen haben einen unten stark verengten Cylinder, dem von Fries ähnlich. In der Flamme befindet sich eine Scheibe wie

bei den Liverpoollampen. Der Cylinder schließt dicht auf seinem Träger. Die Flamme wird zuerst an der Basis von dem äußeren Luftzug getroffen und durch die Verengerung des Zugglases gedrängt, hierauf durch den inneren Luftzug, der an der Scheibe abprallt, wieder aus einander getrieben, und nimmt dadurch eine tulpenartige Form an. Die Behandlung des Dochtes dieser Lampen erfordert einige Aufmerksamkeit. Der Docht muß vollkommen gleich abgeschnitten sein; ist dies nicht der Fall, so wirft die Lampe eine große Menge Ruß aus, ein Umstand — der unverdient die Camphinlampen hie und da in Mißcredit gebracht hat.

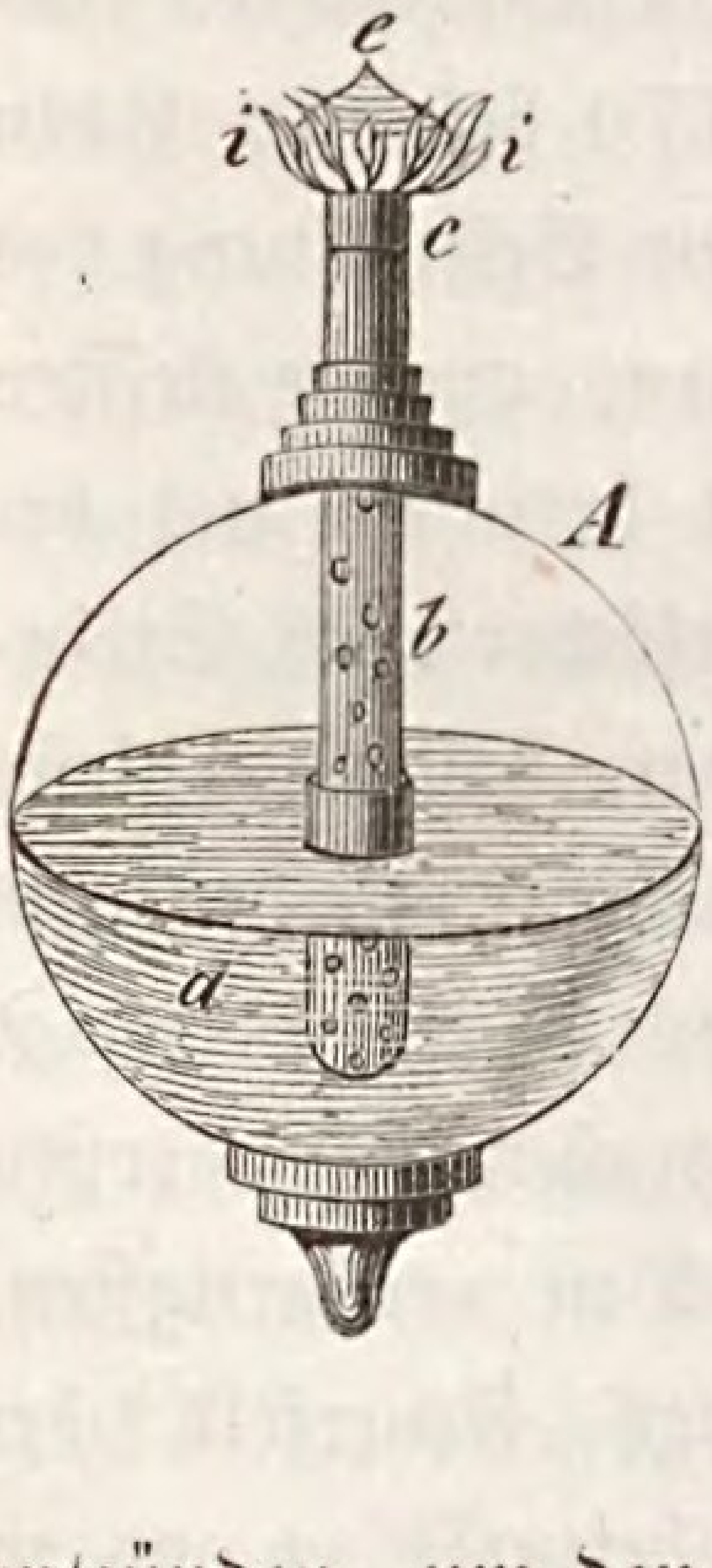
Benzol-, Schieferöllampen.

Von den übrigen flüssigen Kohlenwasserstoffen hat man das Benzol $C_{12}\ H_6$ (ein bei der Leuchtgasfabrikation aus Steinkohlen in großer Menge erhaltenes Product; siehe unten) und das durch Destillation von bituminösem Schiefer dargestellte Schieferöl als Leuchtflüssigkeit in Lampen benutzt.

Beleuchtung mit Terpentinöl.

An die Beleuchtung mit Brennöl und mit flüssigem Kohlenwasserstoff schließt sich der Leuchtspiritus an. Diese Flüssigkeit besteht aus 1 Th. Terpentinöl in 7 Th. Alkohol von $97{,}5^0$. Aus dem Terpentinöl, das beim Verbrennen mit dem Alkohol verflüchtigt wird, scheidet sich so viel Kohlenstoff aus, um der Flamme eine intensiv weiße Färbung zu ertheilen. Mit dieser Lösung füllt man eine große Kugel A (Fig. 133) an, durch welche ein messingenes Rohr b geht. Dieses Rohr ist mit einem dicken Dochte angefüllt, der bis zur Stelle c reicht. Auf diesem Rohre wird ein hohler Knopf e befestigt; unterhalb dessen befinden sich in dem Rohre 8—10 enge Löcher i i. Das Rohr hat an dem unteren Ende, so weit es in die Flüssigkeit a taucht, viele Löcher, durch welche der Leuchtspiritus den Docht tränkt und durch denselben in die Höhe steigt. Wird das Rohr mittelst einer Spirituslampe etwas unter c erhitzt, so entwickeln sich Dämpfe, welche aus den Löchern unterhalb des Knopfes ausströmen und sich entzünden, um den Knopf herumbrennen und denselben erwärmen. Durch die Wärmeleitung wird die Flüssigkeit im Dochte hinreichend erhitzt, um die zur Speisung der Flamme hinreichende Menge Gas zuzuführen. Diese

Fig. 133.



Lampen sind von Lüdersdorff construirt worden. Man nennt sie Dampflampen.

III. Beleuchtung mittelst gasförmiger Substanzen. Die Beobachtung, daß aus Steinkohlen ein brennbares Gas erhalten werde, ist schon mehrere Jahrhunderte alt, wußte man ja schon seit den ältesten Zeiten, daß in dem großen Haushalte der Natur sich fortwährend ein brennbares Gas in den Steinkohlenflötzen erzeuge. Der Boden mancher Gegenden enthält dieses Gas in solcher Quantität, daß es ausreicht, ein Schilfrohr in den Boden zu stoßen, um sogleich das Ausströmen eines Gasstromes zu bewirken, der zur Beleuchtung benutzt werden kann. In der Nähe des Dorfes Fredonia in New-York, zwei Meilen vom Erie-See gelegen, liefert die Natur eine vollständige Beleuchtungsanstalt, wie wir sie in den Städten nur mit großem Aufwande künstlich schaffen. Beim Abbrechen einer Mühle, deren Mauerwerk theilweise in den kleinen Fluß Canadaway reichte, nahm man aus dem Wasser aufsteigende Blasen von Kohlenwasserstoffgas wahr. Als man nun Bohrversuche anstellte und in gewisser Tiefe eine Lage bituminösen Kalkes getroffen hatte, brach durch die Oeffnung das Gas hervor, das gesammelt wird und, in Röhren nach allen Theilen des Dorfes geleitet, zur Beleuchtung dient. Man erhält alle zwölf Stunden gegen 80 Kubikfuß Kohlenwasserstoffgas. Im Marmaroscher Comitate, in der Szlatinaer Steinsalzgrube entwickelt sich, ungefähr 270 Fuß unter Tag, Leuchtgas aus Spalten einer Schicht thonigen Mergels, die zwischen Steinsalzbänken eingeschlossen ist. Diese Erscheinung war schon im Jahre 1770 bekannt. Eben so wie in Fredonia das von der Natur gelieferte Gas zur Beleuchtung des Dorfes dient, eben so benutzt man dasselbe zu Szlatina, um die tiefsten Grubenräume zu beleuchten. Der Missionär Imbert berichtet aus der Provinz Szu Tchhouan in China, wo man zahllose Bohrlöcher nach Steinsalz von 1500 bis zu 1600 Fuß Tiefe niedergestoßen hat, daß viele dieser Bohrlöcher Ausströmungen von Leuchtgas zeigen, die zum Theil mit heftigem Getöse verbunden sind. Bambusröhren leiten das Gas in jede beliebige Entfernung. Man benutzt es zur Beleuchtung von Straßen und großen Hallen, so wie als Brennmaterial in den Salinen. Den großartigsten, hierher gehörenden Erscheinungen ist ohne Widerrede das „Feuerfeld" bei Baku, auf der Halbinsel Absheron am caspischen Meere beizuzählen, wo an mehreren Punkten perennirende Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas stattfinden. Das Gas steigt am häufigsten aus einem dürren, steinigen

Boden auf, wo ehemals ein Tempel mit zwölf indischen Priestern stand. Der Tradition nach soll das Gas schon mehrere Tausend Jahre gebrannt haben. Aehnliche Feuer findet man in Kurdistan bei Arbela, zu Chitta-Gong in Bengalen und an anderen Orten des asiatischen Continents. — So viel von dem Vorkommen des Kohlenwasserstoffgases in der Natur.

Was das künstlich dargestellte Gas aus Steinkohlen anbelangt, so tritt die erste Anwendung desselben erst im Jahre 1786 auf. Die darauf bezüglichen Versuche sind von Lord Dundonald auf seinem Landsitze Culroß-Abtei angestellt und beschrieben worden. Ursprünglich handelte es sich um die Gewinnung von Steinkohlentheer als Nebenproduct der Koksbereitung. Die Arbeiter hatten in die Kühlvorlage, in welcher sich der Theer absetzt, eiserne Röhren eingekittet und pflegten das aus diesen Röhren entweichende Gas des Nachts anzuzünden und die Flamme des Gases zur Beleuchtung zu benutzen. Der Lord selbst verbrannte das Gas in der Abtei als Gegenstand der Curiosität. Alle diese Versuche waren nur vereinzelt dastehende Vorläufer der englischen Erfindung der Leuchtgasfabrikation, welche man dem Engländer William Murdoch verdankt. Der Anfang der eigentlichen Gasbeleuchtung datirt sich vom Jahre 1792, wo Murdoch sein Haus und seine Werkstätte zu Redruth in Cornwall mit aus Steinkohlen erhaltenem Gase erleuchtete. Sein Verfahren wurde aber erst etwa zehn Jahre später bekannt, weshalb denn die Franzosen ihrem Landsmann Lebon, der 1801 mit einem aus Holz gewonnenen Gase seine Wohnung nebst Garten erleuchtete, diese Erfindung zuschreiben. Die erste Gasbeleuchtung im Großen wurde 1802 von Murdoch in der Maschinenfabrik von Watt und Bolton in Soho bei Birmingham und 1804 in einer bedeutenden Spinnerei zu Manchester ausgeführt. Von nun an fand die Gasbeleuchtung immer weitere und großartigere Anwendung und ist in London unter allen Städten am umfassendsten geworden. Lange Zeit wurde die neue Beleuchtungsart ausschließlich auf Fabriken und ähnliche Etablissements angewendet, ehe sie in dem eigentlichen bürgerlichen Leben Eingang fand. Dies war der Fall im J. 1812, in welchem Londons Straßen mit Gas beleuchtet wurden. Im J. 1820 wurde in Paris die Gasbeleuchtung eingeführt. Nach dem Vorgange der beiden Metropolen macht die Verbreitung der Gasbeleuchtung in Städten rasche Fortschritte und in wenigen Jahren wird sie ihren Lauf um die civilisirte Welt vollendet haben, da die Verbesserungen in der Fabrikation, namentlich die von Pettenkofer erfundene Leuchtgasfabrikation aus Holz,

den Preis des Gases außerordentlich ermäßigt haben und die Einführung dieser Beleuchtungsart selbst in kleineren Städten gestatten. Es ist sogar zu erwarten, daß in nicht sehr ferner Zeit das Gas wie jetzt als Leuchtmaterial, so als Heizmaterial den Wohnungen zugeführt werden wird.

Das Princip der Gasbeleuchtung ist, wie schon im Eingange gesagt worden ist, ganz dasselbe wie das der übrigen Beleuchtungsmethoden, da es, wissenschaftlich gesprochen, keine andere Beleuchtung als Gasbeleuchtung giebt. Wenn man in Erwägung zieht, daß in dem brennenden Dochte das Leuchtgas aus dem Leuchtmaterial erzeugt und fast in demselben Augenblicke verbrannt wird, so ist es einleuchtend, daß die Beleuchtung mit Oel, Wachs oder Stearinsäure sich von der Gasbeleuchtung nur durch den Ort der Gaserzeugung und durch die Zeit der Verbrennung unterscheidet. In dieser Beziehung könnte man die Gasbeleuchtung einen Rückschritt, und folgende Bemerkung von Dumas eine sehr treffende nennen. Dieser Chemiker sagt: wäre die Gasbeleuchtung die ursprüngliche, und man hätte später die Kerze oder Lampe erfunden, in welcher die complicirten Operationen der Gasfabriken gewissermaßen zu einem Mikrokosmos selbstthätig und selbstregulirend verschmolzen sind, so würde man diese Erfindung sicher zu den größten unseres Jahrhunderts rechnen, und als einen Triumph der Intelligenz preisen.

Wollte man Leuchtgas aus Oel oder aus Wachs oder aus Stearinsäure darstellen, so wäre der citirte Ausspruch gerechtfertigt, so aber wendet man Substanzen wie Steinkohle, Holz und Terpentinöl, überhaupt Substanzen zur Gaserzeugung an, die für sich nie als Leuchtmaterialien benutzt werden können. Außerdem ist wohl zu berücksichtigen, daß bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge die Steinkohlengasanstalten so wie die Holzgasfabriken ökonomisch betrachtet nur Verkokungsanstalten sind, welche mehr durch den Verkauf von Koks bestehen und das Gas eigentlich als Nebenproduct erhalten.

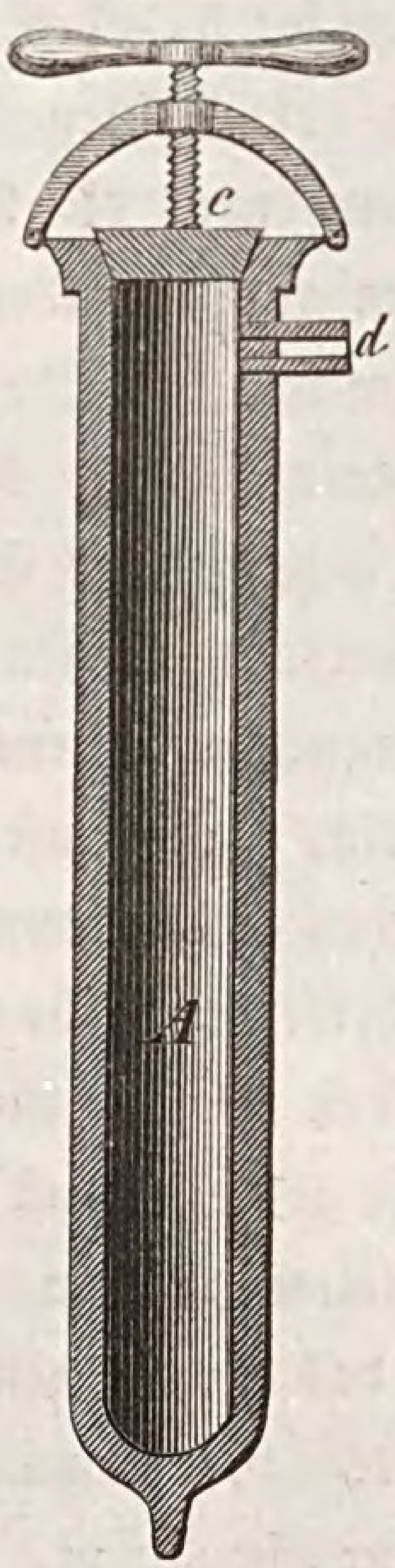
Die Rohmaterialien zur Gaserzeugung sind Steinkohlen, Holz, Harz, Fett und Oel. Das aus diesen Materialien erzeugte Harz wird je nach der Substanz, die zu seiner Darstellung diente, Steinkohlengas, Holzgas, Harzgas, Oelgas u. s. w. genannt.

Steinkohlengas. **Steinkohlengas.** Die Steinkohlen, eine unschätzbare Gabe der Natur, sind in der mannichfaltigsten Beziehung für jeden Staat vom größten Werth. Sie sind für manche Länder und Gegenden eine Haupt=

grundlage des Wohlstandes und der kräftigste Hebel der Industrie und des Verkehrs. Was wäre England ohne seine Steinkohlen? Steinkohlen spielen in der britischen Industrie eine Hauptrolle; sie haben diesem Reich entschiedeneren Gewinn gebracht, als Spanien durch alle Gold- und Silberschätze Perus sich erwarb.

Die Steinkohlen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, kleinen Mengen von Stickstoff, Schwefelkies und anderen mineralischen Bestandtheilen. In technischer Beziehung unterscheidet man Backkohlen, die sich beim Erhitzen erweichen und aufblähen, Sandkohlen, die beim Erhitzen nur eine Volumenverminderung zeigen, und endlich Sinterkohlen, welche beim Erhitzen zusammensintern und zusammenfallen. Die Backkohlen sind die zur Leuchtgasfabrikation geeignetsten Kohlen, unter diesen zeichnet sich wieder die Cannel-Kohle aus, die nur in einigen Gegenden des britischen Reiches gefunden wird. Der Name rührt von der hellen Flamme her, mit welcher sie brennt. Aermere Volksklassen verrichten beim Scheine derselben ihre häuslichen Geschäfte; nun heißt Candle eine Kerze, also Kerzenkohle. Der Cannelkohle steht die Kohle von Newcastle sehr nahe. In Frankreich und Belgien wendet man die Kohle von Mons und Commentry, in Deutschland sächsische, schlesische und rheinische Kohlen an. Die zur Gasfabrikation sich eignenden Kohlen dürfen nur sehr wenig Schwefel enthalten und nach dem Verbrennen nur sehr geringe Mengen Asche hinterlassen. 100 Kilogramme der besten Backkohlen geben 50—57,5 Kubikmeter Gas und hinterlassen 60—71 Kilogramme Kohle (Koks). Dem Volumen nach rechnet man von 100 Volumen Backkohle 100—140 Volumen Koks.

Fig. 134.



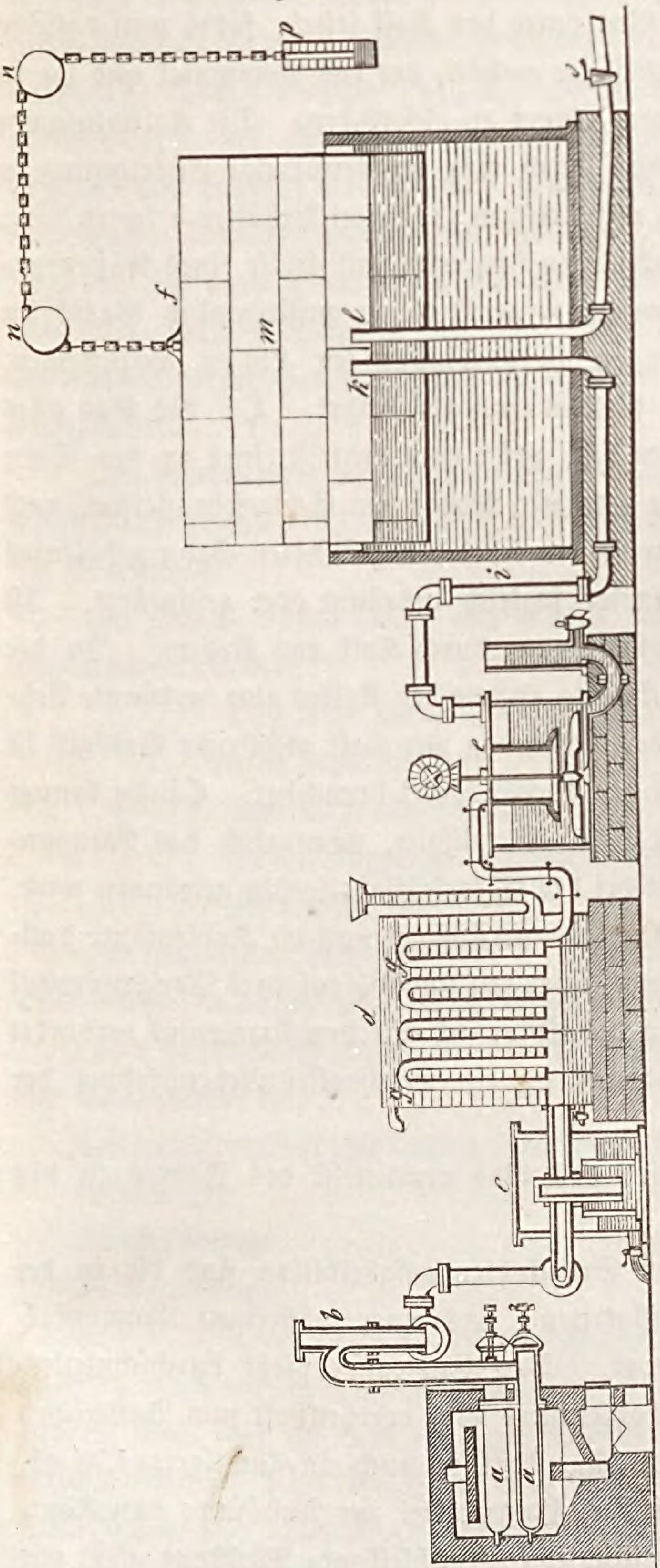
Die Destillation der Steinkohlen geht in Retorten von Gußeisen oder von Thon vor sich. Den Retorten giebt man am zweckmäßigsten eine ovale Form, um dem Feuer eine möglichst große Oberfläche darzubieten. Sie besteht aus zwei Theilen; der cylindrische Theil A (Fig. 134) ist 6—7 Fuß lang, hinten geschlossen, von einem Fuß Durchmesser und mindestens einem Zoll Stärke. Der Cylinder ist am vorderen Ende offen und wird durch einen aufzuschraubenden Deckel c, der

auf der inneren Seite mit feuchtem Lehm oder Thon bestrichen ist, verschlossen. An der Seite der Retorte ist ein kurzes röhrenförmiges Mundstück d befestigt, das aufgeschraubt werden kann. Die Retorten liegen zu fünf oder zu sieben in einem gemeinschaftlichen Ofen, der eine oder mehrere Feuerungen hat. In den Gasfabriken stehen je nach der Größe des Betriebes mehr oder weniger Oefen neben einander. Die Retorten sind eingemauert und an mehreren Punkten unterstützt. Die Temperatur muß möglichst gleichförmig erhalten werden und mindestens die der Rothglühhitze sein, weil unter derselben die Destillationsproducte nicht zersetzt werden, und sich wenig oder keine Gase, wohl aber Theer in großer Menge bildet. Eine zu hohe Temperatur ist ebenfalls nachtheilig, da bei derselben sich das Leuchtgas in einen wenig leuchtenden Kohlenwasserstoff, in das Grubengas und in sich abscheidenden Kohlenstoff, ja selbst bei sehr gesteigerter Temperatur in Wasserstoffgas, dessen Leuchtvermögen gleich Null ist, und in Kohlenstoff zersetzt. Die Dauer der Destillation ist je nach der Natur der Steinkohlen verschieden; sie beträgt 5—7 Stunden.

Die bei der Destillation der Kohlen sich entwickelnden Gase steigen nebst den verflüchtigten Stoffen durch die Röhren b b (siehe Fig. 135) aufwärts und gelangen in den querliegenden Cylinder c, in welchem sich Theer und Theerwasser condensiren. Beide fließen durch das knieförmig gebogene Rohr in die Theercisterne c ab. Nach dieser ersten Abscheidung der verdichtbaren Substanzen gelangt das Gas in den Kühlapparat oder Condensationsapparat (Condenser), dessen Zweck es ist, dem Gase möglichst alle verdichtbaren Beimengungen zu entziehen. Dieser Apparat kann sehr verschieden eingerichtet sein. In unserer Zeichnung besteht derselbe aus einem großen eisernen Kasten d mit doppeltem Boden, in dessen oberem Boden eine große Anzahl heberförmig gebogener eiserner Röhren eingesetzt ist. Der Raum zwischen beiden Böden ist durch Querwände, die etwas vom unteren Boden abstehen, so getheilt, daß nur zwei, verschiedenen Röhren angehörige Schenkel communiciren können. Auf der einen Seite fließt kaltes Wasser ein, während das warm gewordene auf der anderen Seite oben abfließt. Der verdichtete Theer sammelt sich am Boden des Kastens und wird von da in die Cisterne abgelassen.

Aus dem Condenser tritt das rohe Gas in den Reinigungsapparat. So wie das Gas aus dem Condenser tritt, besteht es aus ölbildendem Gas (dem Hauptleuchtstoff des Leuchtgases), aus 6 Th. Kohlenstoff und 1 Th.

Fig. 135.



Wasserstoff bestehend), Grubengas (oder Sumpfgas, enthält 3 Th. Kohlenstoff und 1 Th. Wasserstoff), Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Kohlensäuregas, Dämpfen von flüssigen Kohlenwasserstoffen und von Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoffgas, Cyan, Schwefelcyan (Rhodan), Ammoniak und einigen ammoniakähnlichen Körpern wie Anilin, Leukol und Picolin, die in chemischer Beziehung sich dem Ammoniak ähnlich verhalten. Ehe das Gas benutzt werden kann, muß es von einigen dieser unnützen und schädlichen Bestandtheile befreit werden. Namentlich sollen die beigemengten Schwefelverbindungen, das Ammoniak und die Kohlensäure entfernt werden. Die Schwefelverbindungen liefern beim Verbrennen schweflige Säure, die auf die Gesundheit nachtheilig einwirkt und sich wegen ihrer bleichenden Wirkung in Seidenfärbereien sehr schädlich erwiesen hat. Daher ist die Entfernung dieser Verbindungen überaus wichtig. Leider ist es bis jetzt noch nicht gelungen, den Schwefelkohlenstoff aus dem Gase auszuscheiden.

Das am häufigsten angewendete Reinigungsmittel für Steinkohlengas ist Kalk; ehe man aber das Gas durch den Kalk leitet, führt man dasselbe durch Wasser, welches Schwefelsäure enthält, um das Ammoniak und die in dem Gas enthaltenen ähnlichen Körper zu absorbiren. Die Kalkreinigung besteht darin, daß man das Gas durch eine trichterförmige Erweiterung in einen mit Kalkmilch gefüllten cylindrischen, eisernen Behälter e treten läßt. Der Weg, den das Gas zurückzulegen hat, wird mit Hülfe eines Rührapparates verlängert. Dadurch werden einerseits die aufsteigenden Gasblasen gezwungen, langsam in langen schraubenförmigen Linien aufzusteigen, andererseits die Kalktheilchen fortwährend aufgerührt. Ob das Gas alles Schwefelwasserstoffgas verloren hat, prüft man mittelst eines an der Seite angebrachten Hahnes. Ist die geringste Menge von Schwefelwasserstoff noch in dem Gase vorhanden, so wird ein über den geöffneten Hahn gehaltenes mit Bleiessig überstrichenes Papier sogleich gebräunt oder geschwärzt. Ist dies der Fall, so beginnt die Reinigung durch Kalk von Neuem. In der neueren Zeit wendet man zweckmäßig anstatt des Kalkes eine verdünnte Aetznatronlösung an. Der bei der Reinigung mit Kalk abfallende Gaskalk ist zum Anschwöden der Häute in der Weißgerberei brauchbar. Häufig benutzt man auch zum Reinigen des Gases Metallsalze, namentlich das Manganchlorür, das als Nebenproduct bei der Chlorkalkfabrikation gewonnen wird. Das Mangan entfernt das Schwefelwasserstoffgas und die Kohlensäure vollständig, indem unlösliches Schwefelmangan und kohlensaures Manganoxydul niedergeschlagen wird, während das Chlor sich mit dem Ammoniak verbindet und Salmiak liefert, der gegenwärtig ein werthvolles Nebenproduct der Gasfabrikation abgiebt.

Nach der Reinigung wird das Gas vermittelst des Rohres in das Gasometer m geleitet.

Zwei Nebenproducte der Steinkohlengasfabrikation sind die in der Theercisterne befindlichen Flüssigkeiten, aus einer wässerigen Ammoniaklösung und aus Theer bestehend. Das Gaswasser giebt durchschnittlich 2 Proc. Salmiak. Der Steinkohlentheer wird vortheilhaft zum Anstreichen von Holz und Metall gebraucht. Man destillirt auch ein flüchtigeres Oel ab, welches als Steinkohlentheeröl das Hauptmittel zur Auflösung von Kautschuk abgiebt. Der bei der Destillation zurückbleibende Rückstand giebt mit Kalk oder Sand gemengt einen künstlichen Asphalt, der zur Pflasterung und zur Dachbedeckung Anwendung findet. Das Steinkohlentheeröl ist ein

Gemenge von vielerlei Körpern. Derjenige Theil, welcher bei der Destillation zuerst übergeht und auf Wasser schwimmt, das leichte Oel genannt, dient unter dem Namen Benzol ($C_{12}\ H_6$) als Leuchtmaterial in Lampen, so wie als Lösungsmittel für Gutta Percha und Kautschuk. Einige Vorstädte Leipzigs und mehrere Eisenbahnen Norddeutschlands werden durch Benzol erleuchtet. Das bei 160—190° aus dem Steinkohlentheer übergehende schwere Oel enthält wesentlich Phenol oder phenylige Säure ($C_{12}\ H_6\ O_2$) und wird durch Behandeln mit Salpetersäure in Pikrinsäure, eine zum Gelbfärben in der Seidenfärberei angewendete Substanz (vergl. Seite 459), übergeführt.

Die Anwendung des Hauptproductes der Gasfabriken, der Koks, als werthvolles Heizmaterial überall da, wo starke Hitze ohne Flamme nothwendig ist, ist bekannt.

In Paris erhielt man aus 1200 Kilogramm (= 2400 Pfund) Steinkohle von Mons:

270 Kubikmeter (= 10,854 Kubikfuß) Gas,
2000 Liter Koks,
120 Liter Kohlenklein,
68 Kilogramm Steinkohlentheer,
100 Liter Gaswasser.

In englischen Fabriken erhielt man aus 100 Pfund Steinkohlen 200—600 Kubikfuß Gas, 8 Kilogramm Theer und 10 Liter Gaswasser.

Die gewöhnliche Zusammensetzung eines gereinigten Steinkohlengases aus Cannelkohle war:

Oelbildendes Gas und andere leuchtende Kohlenwasserstoffe	10,81
Grubengas	41,99
Wasserstoffgas	35,94
Kohlenoxydgas	10,07.

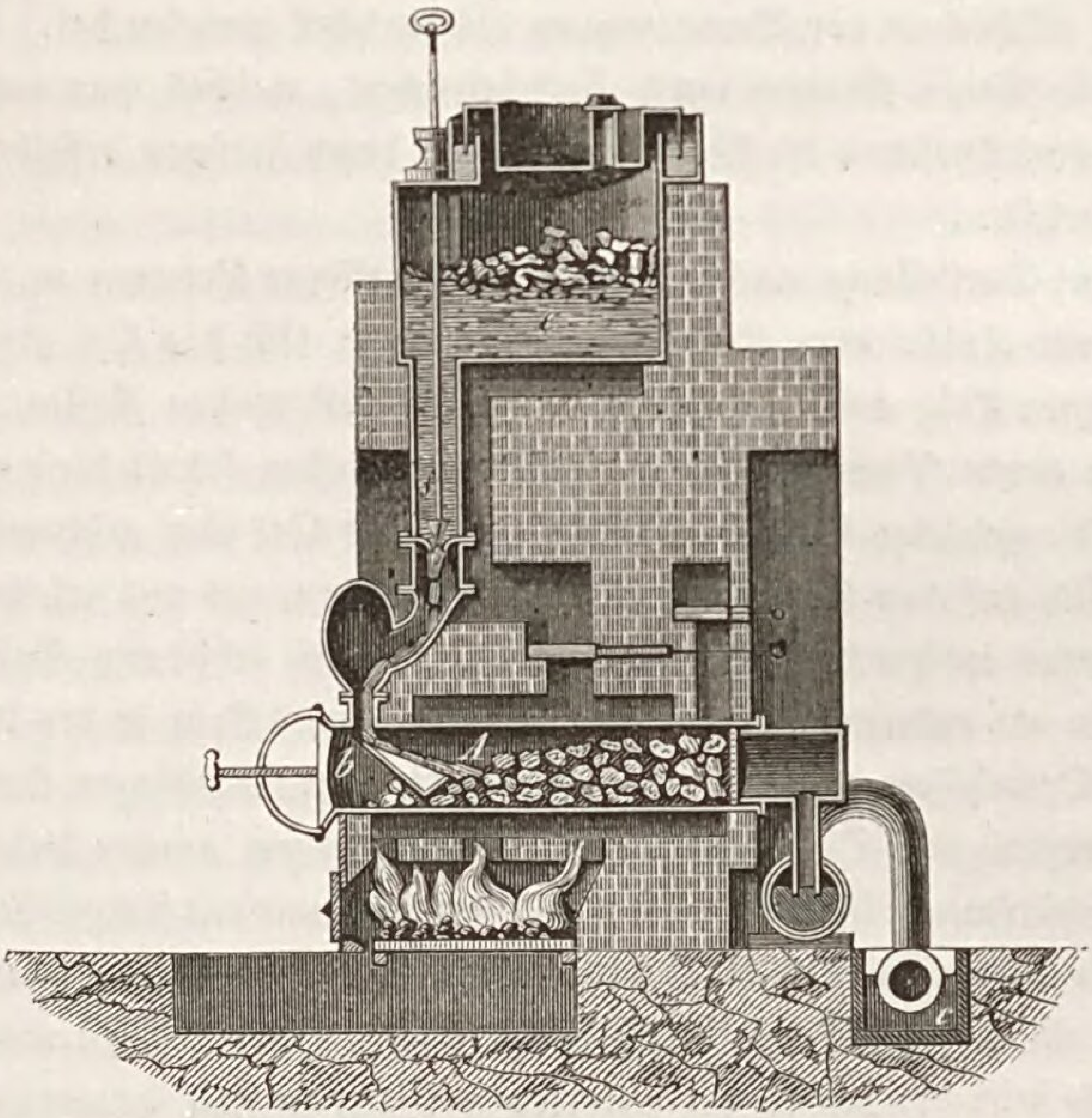
Holzgas. **Holzgas.** Seit den Zeiten von Lebon hat man öfters versucht, Gas aus Holz darzustellen, aber aus nahe liegenden Gründen nie anderes Gas, als von sehr dürftiger Leuchtkraft erhalten. Trockenes Holz enthält nämlich 42—45 Proc. Sauerstoff, welche bei der gewöhnlichen Destillation fast gänzlich als Kohlenoxyd in das Gas übergehen. Nach einer der neuesten Zeit angehörenden Erfindung des königl. bayr. Leibapothekers Prof. Dr. Pettenkofer in München ist die Erzeugung des Kohlenoxydgases keine Nothwendigkeit und kann durch eine geeignete Modification

— darin besteht das noch nicht öffentlich bekannt gewordene Princip der Holzgasbeleuchtung — vermieden und so ein für praktische Anwendung genügend leuchtkräftiges Gas erhalten werden. Mit der Pettenkofer'schen Erfindung ist die Holzverkohlung zum Beleuchtungsgeschäft herangezogen, und einer Hauptbedingung, der Wohlfeilheit, genügt das Gas lediglich dadurch, daß es mit einem werthvollen und leicht verwerthbaren Product, der Holzkohle, entsteht. Die Holzgasbeleuchtung wurde zuerst auf dem Münchner Bahnhof benutzt, und hat auch neuerdings in den Städten Bayreuth, Heilbronn, Pforzheim, Basel und Drontheim Eingang gefunden. Die Vortheile der Holzgasbeleuchtung vor der Steinkohlengasbeleuchtung sind: 1) Größere Wohlfeilheit der Gaserzeugung verbunden mit der Anlage von weniger Retorten und leichterer Bedienung, welche größere Wohlfeilheit nach den bisherigen Erfahrungen zu $^2/_3$ der Kosten gegen jene bei der Steinkohlengasbeleuchtung veranschlagt werden kann; 2) größere Reinheit des Gases, namentlich Freiheit des Gases von Schwefel, wodurch die Anwendung des Holzgases auch in solchen Räumen möglich wird, wo der Schwefelgehalt nachtheilig einwirkt, wie in Treibhäusern, Wintergärten, Seidenfärbereien u. s. w. Die leichte Verwerthbarkeit der Nebenproducte: Kohlen, Holztheer und Holzessig ist bei der Holzgasfabrikation ebenfalls sehr zu berücksichtigen. Diese Gasbereitung bedingt nicht die Verwendung von besonders gutem Holze, es können dazu vielmehr Holzabfälle jeder Art und auch solche Holzgattungen, die außerdem nicht zum Brennholz benutzt werden, wie die Latschen auf den Torfmooren Südbayerns angewendet werden. Ein Centner lufttrocknes Holz gab in 1—1$^1/_2$ Stunden Destillationszeit 709—759 Kubikfuß Gas, wobei 74 Pfund Torf als Brennmaterial verwendet und 19—20 Pfund Holzkohle erhalten wurden.

Harzgas. **Harzgas.** Seitdem das Colophonium billig und in großer Menge aus Nordamerika auf den europäischen Markt gebracht wird, hat man angefangen, dieses Harz in einigen Städten, wie in Paris, Manchester, Frankfurt a. M. u. s. w. zur Darstellung des Leuchtgases anzuwenden. Wenn man Colophonium für sich destillirt, so erhält man eine Flüssigkeit, welche dem Terpentinöl sehr ähnelt, und Harzöl genannt wird. In der Nähe der Rothglühhitze wird dieses Oel in gasförmige Producte zersetzt, die reich an ölbildendem Gase sind. Bei dem gewöhnlichen Apparat der Darstellung des Harzgases wird das Colophonium in dem Raume e (siehe Fig. 136) geschmolzen, und tröpfelt im geschmolzenen Zustande durch die

Röhre f bei h in die Retorte A, in welcher sich Koksstückchen befinden. Die entstandenen flüchtigen Producte werden zunächst in einen mit kaltem Wasser

Fig. 136.



umgebenen Behälter c geleitet, in welchem sich der größte Theil des dem Gase beigemengten Harzöles niederschlägt. Das Gas wird dann durch das Leitungsrohr in den Condenser und von da, um die darin bis zu 8 Proc. enthaltene Kohlensäure abzuscheiden, durch eine Lösung von Aetznatron geleitet. Harzgas zu Manchester dargestellt, bestand in 100 Volumen aus:

Oelbildendem Gas . .	8,13
Grubengas	29,71
Wasserstoffgas	43,38
Kohlenoxydgas . . .	18,78.

100 Pfund Harz geben ungefähr 1300 Kubikfuß Gas.

Oelgas. Nur der Umstand, daß jedes schlechte, übelriechende und zu nichts Anderem mehr nutzbare Oel oder Fett noch zur Gasfabrikation benutzt werden kann, macht in einzelnen Fällen die Verwendung des Oeles

zur Darstellung des Gases vortheilhaft. Die Oelgasbeleuchtung eignet sich besonders für einzelne Gebäude wie Fabriken u. s. w., weil die Fabrikation des Oelgases weit einfacher ist, als die jedes anderen Gases. Es sind Fälle bekannt, wo die Beleuchtung mit Oelgas sich schon durch die bessere Controle und die Sicherheit vor Veruntreuung als rentabel erwiesen hat. So wird z. B. die Stadt Rheims durch Fett beleuchtet, welches man aus Seifenwasser, vom Entfetten der Wolle herrührend, durch Zersetzen desselben mittelst Säure erhält.

Zur Darstellung wendet man auch hier eiserne Retorten an, füllt dieselben mit Koks- oder Ziegelsteinstückchen und läßt das Oel oder den geschmolzenen Talg aus einem über dem Ofen befindlichen Kasten durch ein Rohr in einem feinen Strahl in die Retorten fließen, sobald diese mit ihrem Inhalt die gehörige Hitze erlangt haben. Das Oel oder geschmolzene Fett breitet sich auf den Koks- oder Ziegelsteinstückchen aus und erleidet die der Temperatur entsprechende Zersetzung. Die dabei gebildeten Gase werden durch ein am anderen Ende der Retorte aufsteigendes Rohr in den luftdichten großen Oelbehälter geleitet, aus welchem die zuvor erwähnten Kasten über den Retorten mit Oel gespeist werden. In diesem großen Behälter setzt das durchströmende Gas alle nicht völlig zersetzten und mit fortgerissenen Fetttheile ab, während das Gas unmittelbar in das Gasometer geleitet wird. Da sich allmälig die Poren der Koks- oder Ziegelsteinstückchen mit Graphit füllen, so muß der Inhalt der Retorten von Zeit zu Zeit erneuert werden.

Das Oelgas ist verschieden zusammengesetzt und verschieden leuchtend, je nachdem eine höhere oder niedrigere Temperatur zur Zersetzung des Oeles angewendet worden ist. Die Zusammensetzung des Oelgases, bei verschiedenen Temperaturen erhalten, ist in 100 Volumen folgende: 1. und 2. stellt die Zusammensetzung von Gas dar, das in lebhafter Rothglühhitze erzeugt worden ist, 3. die Zusammensetzung von bei möglichst niedriger Temperatur erzeugtem Gas, 4. die Zusammensetzung von Thrangas:

	Spec. Gewicht.	Oelbildendes Gas.	Grubengas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoff.	Stickstoff.
1.	0,464	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2.	0,590	19	32,4	12,2	32,4	4
3.	0,758	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4.	0,906	38	46,5	9,5	3,0	3

In Bezug auf die vorstehende Tabelle ist indessen anzuführen, daß die Leuchtkraft des Oelgases eben so wenig wie die des Steinkohlengases allein

vom ölbildenden Gase herrührt. Beide enthalten nicht unbedeutende Mengen ölartiger Dämpfe, deren Leuchtkraft der des ölbildenden Gases gleichkommt.

Gas aus anderen Substanzen.

Außer den genannten Materialien: Steinkohlen, Holz, Harz und Oel sind auch noch andere Körper wie thierische Abfälle, Excremente, Torf und der ausgezogene Hopfen der Bierbrauereien zur Fabrikation von Leuchtgas benutzt worden; diese Substanzen haben aber eine ganz beschränkte, nur auf bestimmte Umstände in einzelnen Etablissements gegründete Anwendung. Eine andere Methode, Gas aus Schieferöl (Essence de schiste), das man aus bituminösen Mergelschiefern destillirt, unter gleichzeitiger Zersetzung von Wasser, darzustellen, welche man nach ihrem Erfinder die Selligue'sche Methode genannt hat, ist in Bezug auf die Consequenzen, die sich aus dem dabei befolgten Principe ziehen lassen, von großer Wichtigkeit. Das Prinzip dieser Methode bildet das White'sche in England patentirte Verfahren. Der dazu benutzte Apparat besteht aus je zwei Retorten. In der einen Retorte strömt ein dünner Wasserstrahl auf glühende Holzkohlen oder Koks; die Zersetzungsproducte gehen mit vielem überschüssigem Wasserdampf gemengt in die zweite Retorte, in welcher die Destillation des eigentlichen Gasmateriales — entweder Harz oder Steinkohle — stattfindet. Das erzeugte Gas geht aus der Vorlage durch den Condenser und die Kalkreiniger in das Gasometer. Der Vortheil des White'schen Verfahrens besteht in größerer Ausbeute und besserer Qualität des Gases. Durch das Einströmen des Wasserdampfes auf die Koks- oder Holzkohlen bilden sich Kohlenoxydgas und Wasserstoff, zwei Körper, die der herrschenden Meinung zuwider auf die Leuchtkraft des Gases von günstigem Einflusse sind. Der Zuwachs der Gasausbeute besteht aus diesen beiden Körpern. Der Hauptvortheil des White'schen Verfahrens ist aber wesentlich in der mechanischen Wirkung der Wasserzersetzungsproducte zu suchen. Beim Durchströmen durch die Harz- oder Steinkohlenretorte führen sie nämlich die gebildeten leuchtenden Kohlenwasserstoffe rasch aus dem Bereiche der Rothglühhitze, worin diese sonst theilweise unter reichlichem Absatz von Kohle zersetzt werden würden, und bieten den im Theer enthaltenen flüssigen Kohlenwasserstoffen Gelegenheit dar, sich zu mischen und den leuchtenden Bestandtheilen des Gases bleibend beizugesellen. Das White'sche Verfahren oder der Hydrocarbonproceß liefert bei Steinkohlen je nach deren Beschaffenheit eine um 46—290 Proc. höhere Gasausbeute, eine um 14—108 Proc. vermehrte Leuchtkraft und

eine verminderte Ausbeute an Theer. Es läßt sich ferner in jeder Gasanstalt ohne besondere Umstände und Kosten einführen.

Wasserstoffgas als Leuchtmaterial. Es sind in der neueren Zeit vielfache Versuche über die Anwendbarkeit des Wasserstoffgases zur Beleuchtung gemacht worden. Gillard schlug z. B. vor, Wasserstoffgas durch Zersetzen von Wasserdampf vermittelst Hindurchleiten durch eine Retorte mit glühenden Kohlen darzustellen, dieses Gas (aus Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd bestehend) in dem geeigneten Verhältnisse mit atmosphärischer Luft zu mischen, und in die Flamme einen Cylinder von feinem Platindraht einzusetzen, der durch sein Erglühen Licht entwickelt. — Wenn es gelingen sollte, Wasserstoffgas auf wohlfeile Weise durch Elektrolyse des Wassers herzustellen, so wäre allerdings ein bedeutender Fortschritt in Bezug auf die Darstellung eines normalen Leuchtmaterials geschehen.

Leuchtkraft des Gases. Was nun die Beziehung der Leuchtkraft eines Gases zu seiner Zusammensetzung anbelangt, so hat man bisher meistens angenommen, daß man die Leuchtkraft eines Gases besonders dem ölbildenden Gase und dem Grubengase zuschreiben müsse, indem man das Kohlenoxyd und den Wasserstoff als nutzlos ansah. Der englische Chemiker Frankland hat aber gezeigt, daß auch das Grubengas aller Leuchtkraft entbehrt, daß dagegen die nicht leuchtenden Gase einen entschiedenen Nutzen in der Gasbeleuchtung haben. Untersucht man zunächst alle Bestandtheile, die ein gereinigtes Leuchtgas hat, so findet man: Wasserstoff, Grubengas, Kohlenoxydgas, ölbildendes Gas und andere Kohlenwasserstoffe von derselben Zusammensetzung wie das ölbildende Gas, so wie die Dämpfe von flüssigen Kohlenwasserstoffen, deren Kohlenstoffgehalt das Doppelte von dem des ölbildenden Gases beträgt. Von den geringen Mengen Sauerstoff, Stickstoff, Schwefelkohlenstoff ꝛc. kann man absehen. Demnach lassen sich die Bestandtheile des Leuchtgases in zwei Klassen theilen:

1) Leuchtende Gase: ölbildendes Gas nebst den genannten Kohlenwasserstoffen.

2) Nicht leuchtende Gase: Wasserstoff, Grubengas, Kohlenoxyd.

Die zweite Klasse hat keinen directen Einfluß auf die Leuchtkraft der Flamme, ist aber als Verdünnungsmittel der ersten Klasse unentbehrlich, weil die in dieselbe gehörenden Gase zum Theil ohne solche Verdünnung mit Ruß und Rauch brennen und so an Leuchtkraft einbüßen. Es kommt daher sehr auf ein möglichst richtiges Mischen von beiderlei Gasen an, wenn man

darnach strebt, das zweckmäßigste Leuchtgas zu erhalten. Man hat durch Versuche ermittelt, daß das nicht leuchtende Gas so viel als möglich in Wasserstoff und so wenig wie möglich in Kohlenoxyd und Grubengas bestehen muß.

Die Aufsammlung und Vertheilung des Gases.

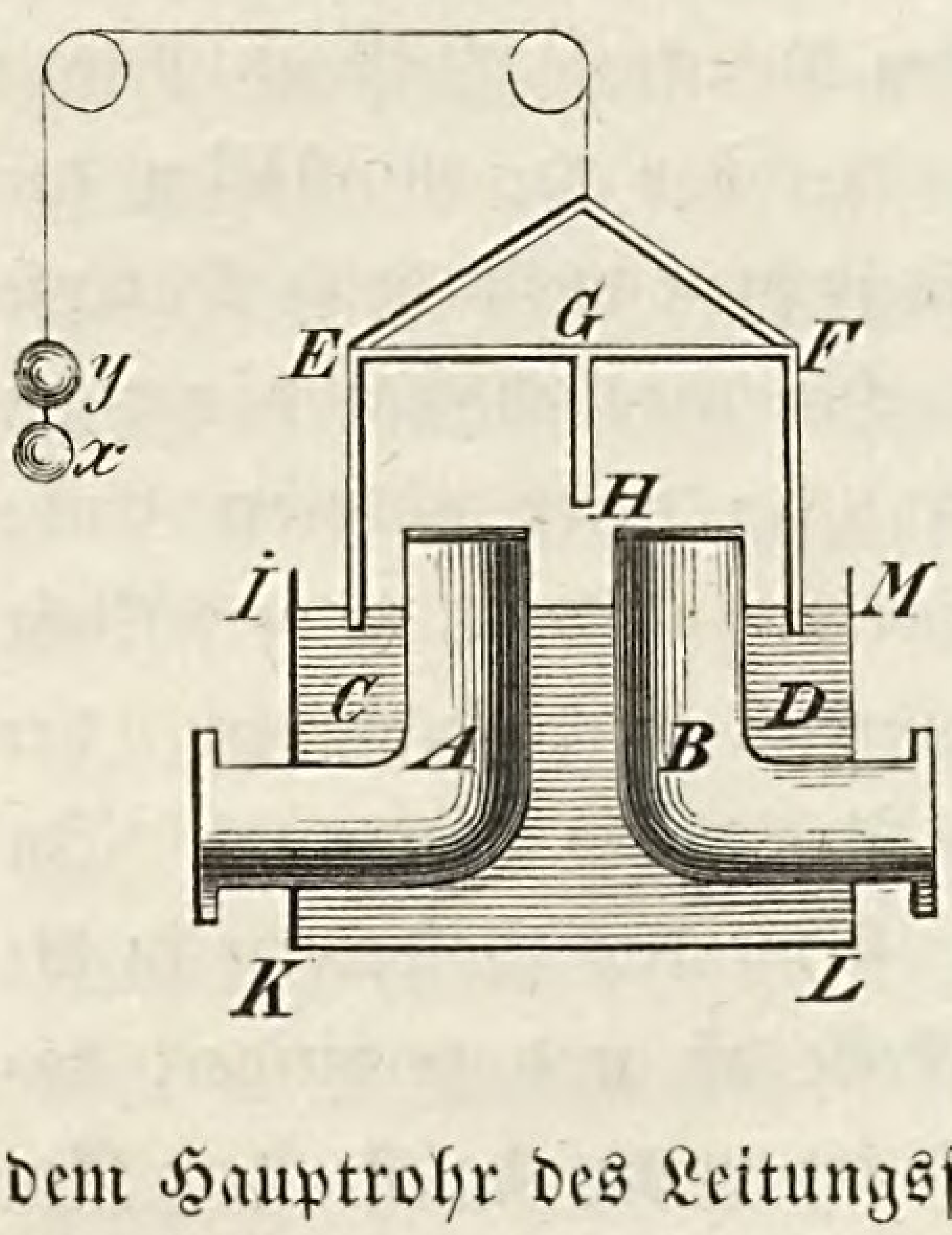
Die Erzeugung des Gases geht nicht mit der Consumtion Hand in Hand, da gewöhnlich das Gas nicht nur zu verschiedenen Stunden, sondern auch in ganz anderer Quantität verbraucht wird, als es die Retorten in derselben Zeit liefern. Der Druck endlich, unter welchem das Gas aus den Retorten strömt, würde für eine Gasflamme ungleich und zu groß sein. Um den Anforderungen zu genügen, muß eine Ausgleichung zwischen der Production und Consumtion stattfinden. Zu diesem Zwecke dienen die großen Gasreservoirs, die man fälschlich Gasometer nennt.

Mittelst des Rohres i führt man das gereinigte Gas in das Gasometer (siehe Fig. 135). Ein Gasometer besteht aus einem cylindrischen, oben geschlossenen Kasten aus Eisenblech, der mit seinem oberen Ende in einen etwas größeren mit Wasser gefüllten Behälter taucht. Er ist zum Schutze gegen Rost mit heißem Steinkohlentheer angestrichen. Das Rohr k, welches bis über den Wasserspiegel reicht, führt das Gas zu; durch dasselbe wird der Theil m in die Höhe gehoben, so daß man aus der Stellung desselben die darin befindliche Gasmenge beurtheilen kann. Durch l wird das Gas an den Ort seiner Bestimmung geleitet. Das Gasometer oder der Gasbehälter wird aus Eisenblech gefertigt und sinkt deshalb im Wasser nicht unter, weil er mit Gas gefüllt ist, das Gewicht des Gasometers aber drückt auf dieses Gas und erhält es unter einem gewissen Drucke. Meistens bringt man über dem Gasbehälter ein Dach an, um ihn vor den Einflüssen der Witterung zu sichern. Während des Winters sucht man durch heiße Dämpfe das Einfrieren des Wassers zu verhindern. Der Gasbehälter hängt an einer Kette n, welche über zwei Räder geht und an deren anderem Ende Gewichte aufgehängt sind. Wenn die Gasentwickelung anfängt, so verschließt man den Hahn o und öffnet den auf der anderen Seite befindlichen; der Gasbehälter steht alsdann ganz tief auf dem Boden des Apparates. In dem Verhältnisse nun, als sich Gas entwickelt, steigt das Gasometer in die Höhe, auf der anderen Seite wickelt sich die Kette ab und verhindert dadurch, daß das Gas in dem Gasometer comprimirt werde, da sie dem Gewichte, um welches der Gasbehälter beim Heraussteigen aus der Flüssigkeit

leichter wird, so ziemlich das Gleichgewicht hält. Außerdem regulirt man durch Gewichte, welche man bei p an die Kette hängt, den Druck noch genauer. Ist das Gasometer mit der hinlänglichen Menge Gas angefüllt, so verschließt man den vorher geöffneten Hahn und nimmt so viel von den an der Kette hängenden Gewichten hinweg, daß das Gas durch die Schwere des Gasometers sich in gedrücktem Zustande befindet. Falls das Gewicht des Gasometers zu gering sein sollte, erhöht man dasselbe durch aufgelegte Gewichte. Der Druck auf das Gas wird dadurch regulirt, daß das Gas außerhalb weit höher als innerhalb steht. Wenn man den Hahn o öffnet, so strömt das Gas an die Orte hin, an welchen es benutzt werden soll. Wo es darauf ankommt, Gas in einem Gasometer auf einer möglichst geringen Bodenfläche unterzubringen, benutzt man die von Tait construirten teleskopischen Gasometer, die aus zwei Kasten oder Trommeln bestehen, welche in einander bewegt werden können.

Die Hauptleitungsröhren sind meistens von Eisen und von verschiedenem Durchmesser. Man rechnet, daß bei 1 Zoll Wasserdruck eine Röhre von 6 Zoll Durchmesser 6000 Kubikfuß Gas per Stunde fortleitet. Von den Hauptröhren führen dann in die Häuser einzelne Röhren von Blei von 6—2 Zoll Durchmesser, von denen dünnere Röhren zu den einzelnen Brennern abgehen. Bei dem Zusammenfügen der einzelnen Röhrenstücke ist hauptsächlich darauf zu achten, daß die Theile luftdicht mit einander verbunden sind, und doch Spielraum genug haben, damit durch Temperaturwechsel dieser Verschluß nicht undicht werde. Um den Einfluß der Temperatur möglichst gering zu machen, legt man die Leitung einige Fuß tief unter die Erde.

Fig. 137.



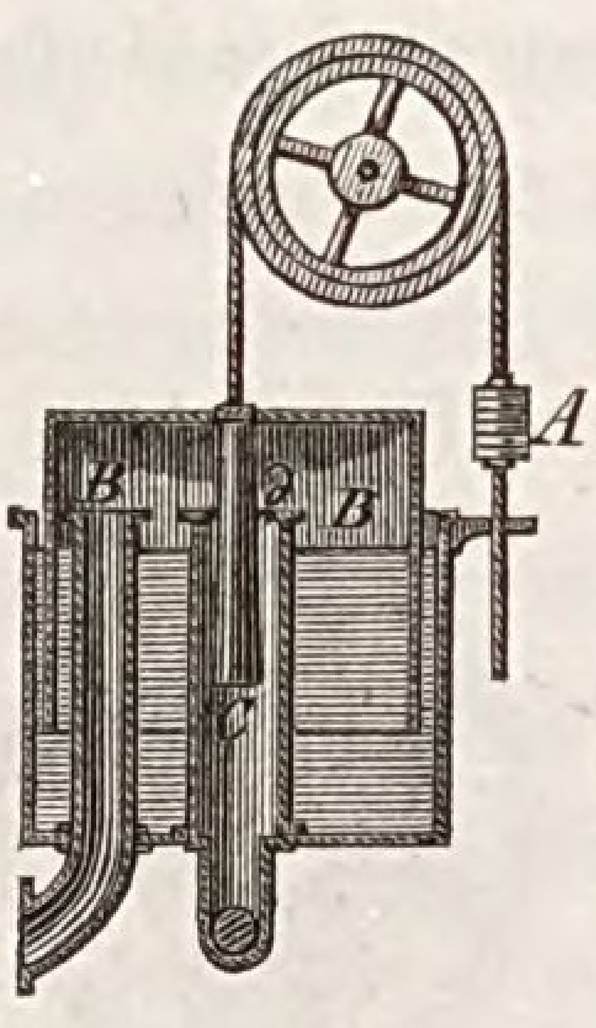
Um das Gas von einer Haupt- oder Nebenverzweigung absperren zu können, bedient man sich gewöhnlich hydraulischer Ventile (Fig. 137). Der dabei angewendete Apparat besteht aus einem eisernen mit Wasser gefüllten Gefäße I K L M. Das Rohr A communicirt direct mit dem Gasometer, und das Rohr B mit dem Hauptrohr des Leitungssystemes; über beiden Röhren befindet sich die Trommel C E F D, welche durch Gewichte x und y balancirt wird. Hängt

man das Gewicht y aus, so senkt sich die Trommel so weit, daß die Scheidewand H unter das Niveau des Wassers taucht. Ist dies der Fall, so ist die Communication zwischen A und B unterbrochen.

Von der Vertheilung des Gases durch Röhrenleitungen ist ganz verschieden die Vertheilung des Gases durch Transport, bei welcher die Vertheilung innerhalb der Häuser dieselbe bleibt und nur die Hauptleitung durch Röhren umgangen ist. Diese Methode der Vertheilung ist zuerst in Rheims eingeführt worden, und hat sich von da nach Paris, Rouen, Amiens ꝛc. verbreitet. Hierbei findet zwischen den Gasometern der Gasfabrik und der Consumtionsorte keine directe Verbindung statt. Es befindet sich vielmehr in jedem Hause ein kleiner Gasometer aus Zinkblech, der in einem hölzernen, mit Wasser gefüllten Bottich steht. In diese Gasometer wird das Gas auf Wagen in eine gasdichte Hülle eingeschlossen, transportirt. Diese Methode der Vertheilung des Gases läßt sich nur zur Beleuchtung der Häuser, nicht aber zur Straßenbeleuchtung anwenden, da das in den Leitungsröhren fortgeleitete Gas keinen Transport kostet. Ungünstig hat es sich erwiesen, Leuchtgas auf ein kleines Volumen zusammenzupressen und in comprimirtem Zustande zu versenden. Abgesehen von der Gefahr der Explosion eines solchen Apparates hat sich herausgestellt, daß durch den hohen Druck flüssige Producte gebildet werden, wodurch die Menge und die Qualität des Leuchtgases sich vermindert.

Um den Druck beim Ausströmen des Gases aus den Brennern zu reguliren, bedient man sich der Regulatoren oder Governors. Einer der am sinnreichsten construirten ist der von Samuel Clegg (Fig. 138). Wie aus der Zeichnung hervorgeht, ist die Gasleitung unterbrochen; die beiden Enden der Leitungsröhre münden unter die Glocke B, die unter Wasser abgesperrt ist und durch Gegengewicht A auf dieselbe Weise aufgehängt ist, wie ein großes Gasometer der Gasanstalten. Die das Gas zuführende Röhre ist mit einem an der Decke der Glocke befestigten, im Inneren der Röhre sich bewegenden Kegel C versehen. Sobald der Druck des Gases sich vermindert, sinkt die Glocke B und mit ihr der Kegel C. Dadurch vergrößert sich die Oeffnung d und das Gas strömt

Fig. 138.



in größerer Quantität aus. Bei zunehmendem Drucke findet die Regulirung im umgekehrten Sinne statt.

Das Leuchtgas läßt man an dem Orte, an welchem es zur Beleuchtung dienen soll, entweder durch eine oder durch mehrere Oeffnungen ausströmen. Die Mündungen, durch die das Ausströmen geschieht, werden **Brenner** genannt. Sie sind gezogene Messingröhren und häufig mit einem Porcellanaufsatz versehen. An jedem Brenner befindet sich ein Hahn, um die Menge des zuströmenden Gases zu reguliren. Bildet der Brenner eine einfach senkrecht aufgebogene Röhre, in deren Ende eine gerade Oeffnung gebahnt ist, so entsteht der **einfache Strahl** (Figur 139 B). Bei dem **Fischschwanzbrenner** (Fig. 139 A) befinden sich zwei runde, unter einem Winkel von 45° gebohrte Oeffnungen; die beiden ursprünglich einfachen Strahlen treffen sich sogleich nach ihrem Austritt und bilden eine breite Flamme. Sind mehrere Oeffnungen vorhanden, so sind dieselben so gegen einander geneigt, daß die Flammen sich nicht vereinigen; man nennt eine solche aus mehreren einzelnen Strahlen bestehende Flamme eine **Hahnenspornflamme**. Häufig bohrt man auch drei Löcher und vereinigt diese Löcher durch einen verticalen Schnitt, wodurch der **Fledermausflügel** oder Schmetterlingsflügel (Figur 140) entsteht. Diese Flamme findet zur Straßenbeleuchtung häufige Anwendung. Um stärkeres Licht zu erhalten, wendet man nach dem **Argand'schen** Princip construirte Brenner (Fig. 141) an; die Flamme erhält hierbei eine röhrenartige Form. Der äußere Ring c trägt den gläsernen Cylinder.

Fig. 139.

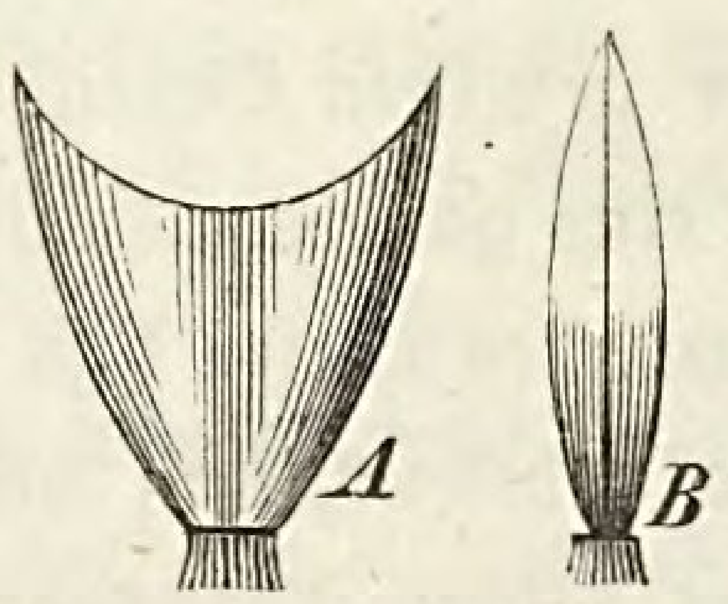
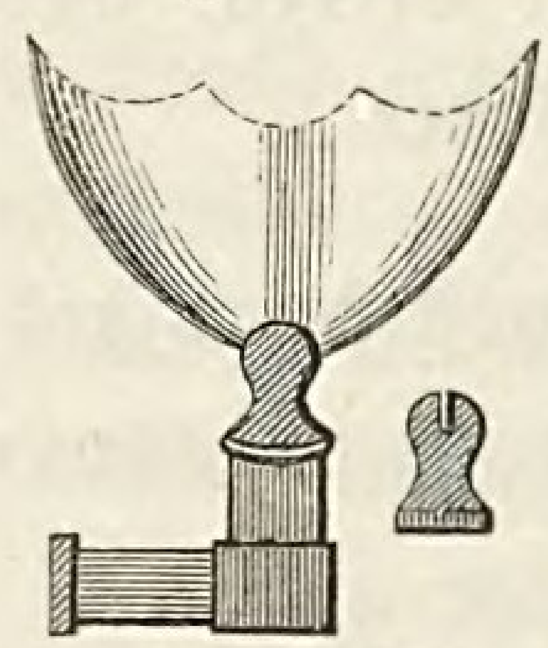
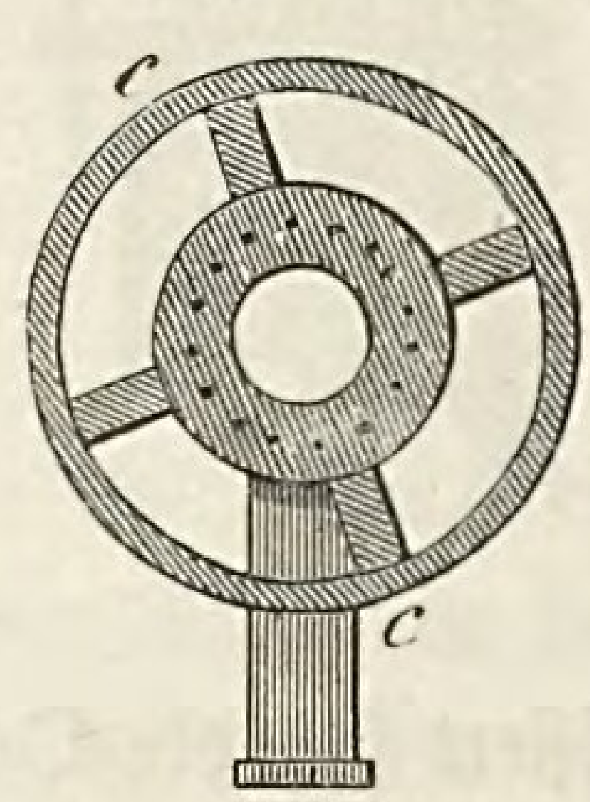


Fig. 140.
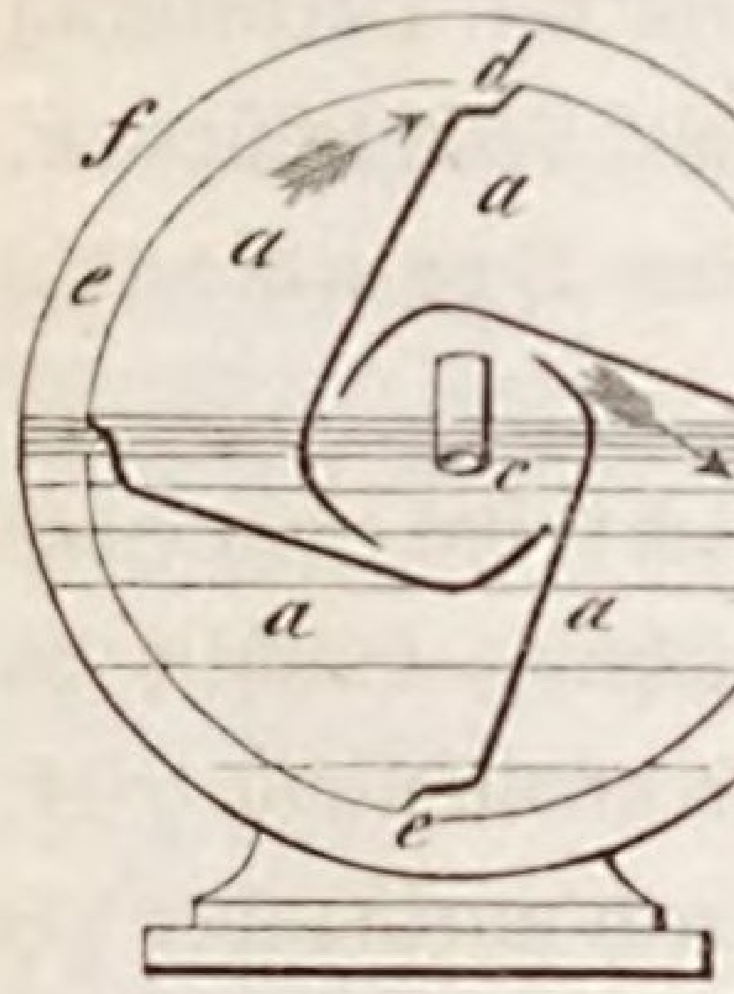


Um die Menge des verbrauchten Gases bestimmen zu können, leitet man das Gas, bevor es in die einzelnen Röhren geführt wird, durch den **Gasmesser** (Gasuhr, Compteur). Ein sehr häufig angewendeter Gasmesser besteht aus einem blechernen Cylinder (siehe nebenstehende Fig. 142), in welchem sich ein zweiter, um die Axe drehbarer Cylinder befindet, der durch gekrümmte Bleche in vier Abtheilungen a a a a getheilt und durch den

Fig. 141.



Zwischenraum c von dem äußeren Cylinder getrennt wird. Der Zwischenraum und der innere Cylinder sind zur großen Hälfte mit Wasser angefüllt. Das Gas strömt durch das Rohr c in die verschiedenen Abtheilungen a, welche durch die Bewegung des Gases von der Rechten zur Linken gedreht werden. Sobald die in dem Umfang des inneren Cylinders befindlichen Oeffnungen d über das Niveau des Wassers treten, geht das Gas in den Raum e und wird von hier aus durch die Röhre f zu dem Brenner geleitet. Da die Abtheilungen des drehbaren Cylinders geaicht sind, so erfährt man durch die Anzahl der Umdrehungen der Axe die Quantität des den Apparat passirten Gases. Angenommen, eine Abtheilung faßt 5 Kubikfuß, so werden bei jeder Umdrehung $4 \times 5 = 20$ Kubikfuß Gas durch den Gasmesser geströmt sein. Es ist aber noch eine Vorrichtung nöthig, um die Anzahl der Umdrehungen genau zu zählen. Zu diesem Zwecke befindet sich an der vorderen Seite des Gasmessers eine Metallscheibe, die sich mit dem Cylinder umdreht. Die Bewegung des Cylinders wird durch ein System von Zahnrädern auf die Zeiger von 4 emaillirten Zifferblättern übertragen, die sich unter der Metallscheibe befinden. Die den vier Zeigern der Zifferblätter übertragene Geschwindigkeit ist eine verschiedene, so daß der erste Zeiger die Tausende, der zweite die Hunderte, der dritte die Zehner und der vierte die Einer der Zahl der Kubikfuße Gas angiebt, die durch den Gasometer geströmt sind. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß das Volumen des Gases von der Temperatur abhängig ist und demnach gleiche Volumina Leuchtgas im Winter und Sommer nicht gleichwerthig sind. 1000 Kubikfuß Gas von 0^0 entsprechen 1073 Kubikfuß bei $+ 20^0$ und 963 Kubikfuß bei $- 10^0$.

Fig. 142.



Sideralllicht. An die Beleuchtungsmittel schließt sich an das Siderallicht und das elektrische Licht.

Wenn man das Knallgas, das aus zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas besteht, im Augenblicke des Zusammenströmens anzündet und das Fortbrennen durch Nachströmen der getrennten Gase aus zwei verschiedenen Gasometern unterhält, so hat man den unter dem Namen Knallgasgebläse bekannten Apparat, dessen Flamme eine solche Hitze erzeugt, daß vermittelst derselben Platin mit Leichtigkeit geschmolzen werden

kann. Die Flamme dieses Gasgemenges ist nur wenig leuchtend, läßt man aber die Flamme gegen ein Stückchen Kalkstein brennen, so verbreitet der Kalkstein ein Licht, dessen Glanz das Auge kaum zu ertragen vermag. Die Idee, eine solche Flamme zur Beleuchtung von Städten anzuwenden, erwies sich als unausführbar, eben so verhinderte der hohe Preis der Darstellung des Sauerstoffs die Einführung dieses Lichtes als Signal auf Leuchtthürmen. Man nennt dieses Licht Sideral licht (Sternenlicht) oder Drummond's Licht.

Elektrisches oder Kohlenlicht.

Das elektrische oder das Kohlenlicht hat zwar noch keine Anwendung gefunden, verdient aber in jeder Beziehung beachtet zu werden. Es ist bekannt, daß sich starke Licht- und Wärmeentwickelung zeigt, wenn man die Entladung einer galvanischen Batterie durch aneinander gestellte Kohlenstücke gehen läßt. Es werden dabei die Spitzen erhitzt und leuchten mit blendend weißem Lichte. Ist der Strom im Gange, so kann man die Kohlenspitzen von einander entfernen, und indem die glühenden Kohlentheilchen von dem einen Stabe zu dem anderen überspringen, erhält man die herrliche Erscheinung eines Lichtbogens. In der neueren Zeit machte Jacobi in Petersburg, in Verbindung mit Argeraud aus Paris höchst interessante Versuche mit der elektrischen oder galvanischen Straßenbeleuchtung. Von dem Admiralitätsthurme aus wurden die drei größten Straßen Petersburgs, Newsky Prospect, Erbsenstraße und Wosnesensky Prospect Abends 7—10 Uhr beleuchtet. Das Licht selbst war so hell, daß es die Augen kaum einige Secunden lang vertragen konnten; trotzdem, daß ganz reine Luft und sternhelle Nacht war, sah man seitwärts stehend in der Luft von dem Lichte die Strahlen ausgehen, gerade so als wenn Sonnenlicht durch ein kleines Loch in eine finstere Kammer fällt. Das Licht der Gaslaternen erschien roth und rußig. Die Batterie, welche den Strom lieferte, war eine Kohlenbatterie von 185 Elementen. — Dasselbe Kohlenlicht findet gegenwärtig auch in den Theatern Anwendung, um den Aufgang der Sonne nachzuahmen.

Vergleich der Leuchtmaterialien unter einander.

Leuchtmaterial.	Lichtstärke	Verbrauch an Leuchtmaterial in der Stunde	Leuchtkraft der Carcellampe = 100	Preis von 100 Gr. Leuchtmaterial in Kreuzern	Die Stunde kostet in Kreuzern	Bei gleicher Lichtstärke kostet das Leuchtmaterial:
Talgkerzen (6er) . . .	10,66	8,5	54,04	4,4	0,374	3,509
Wachskerzen (6er) . .	14,60	9,6	61,57	14,4	1,382	9,466
Stearinkerzen (5er) .	14,40	9,3	66,58	9,6	0,893	6,200
Küchenlampe	6,65	8,0	33,60	3,11	0,294	3,740
Astrallampe	31,00	26,7	48,70		0,830	2,679
Sinumbralampe . . .	56,00	37,1	63,0		1,154	2,061
Flaschenlampe	90,00	43,0	87,8		1,337	1,485
Hydrostatische Lampe .	45,00	17,26	109,2		0,537	1,193
Carcel-Lampe	100,00	42,0	100,0		1,306	1,306
Dampflampe	130,70	151,0 Kubikf.	36,2	4	6,040	4,621
Steinkohlengas . . .	127,0	8,70		20 pr. 100 Kubikfuß	1,74	1,37

In dieser Tabelle ist der Preis für 1 Pfund Oel auf $15\frac{1}{2}$ Kreuzer, Talgkerzen auf 22 kr., Wachskerzen 1 fl. 12 kr., Stearinkerzen 48 kr., Leuchtspiritus zu 31 kr., für 100 Kubikfuß Steinkohlengas 20 kr. festgesetzt worden.

Die Heizung.

Heizung. Während bei der Beleuchtung das bei der Verbrennung sich entwickelnde Licht in Betracht kommt, ist es bei der Heizung die Wärme. Um letztere zu erzeugen, bedient man sich der **Brenn- oder Heizmaterialien**, die wesentlich zusammengesetzt sind aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zuweilen auch noch Stickstoff enthalten. Außerdem befinden sich in den Brennmaterialien gewisse unorganische Bestandtheile, die nach dem Verbrennen des Brennmaterials als Asche zurückbleiben. Die Natur dieser Asche ist sehr verschieden. Im Allgemeinen herrscht in der Asche vegetabilischer Brennmaterialien der kohlensaure Kalk, in den mineralischen Substanzen der Thon vor. Den Act der Verbrennung betreffend, so gilt von ihm das schon bei der Beleuchtung Angeführte.

Brennmaterialien. Die **Brennmaterialien** sind entweder Naturproducte, wie **Holz**, **Torf**, **Braunkohle**, **Steinkohle**, oder durch Verkohlung

von Holz, Torf und Steinkohle erhaltene Kohlen, wie Holzkohlen, Torfkohlen und Koks (Coaks).

Holz. Unter Holz versteht man den Stamm, die Wurzeln und die Aeste der baumartigen Gewächse. Das Holz besteht zum größten Theile aus Zellenstoff $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$, der, je nach dem Alter und der Art des Holzes, mit einer größeren oder geringeren Quantität der sogenannten inkrustirenden Substanz überzogen ist. Da die Zunahme der Holzmasse nicht gleichmäßig fortgeht, sondern durch den Winter unterbrochen wird, so entstehen ringförmige und concentrische Lagen, die Jahresringe, deren Anzahl mit dem Jahresalter des betreffenden Stammes oder Astes übereinstimmt. Die inneren Schichten bilden das eigentliche Holz, das Kernholz, die unvollkommen holzigen Schichten, die erst später vollständiges Holz werden, den Splint. Letzterer ist mit einer lockeren, aus biegsamen Längenfasern gebildeten Schicht, dem Bast umgeben, der wiederum von der Rinde, als äußerster Hülle des Ganzen umschlossen wird. Das Hauptgewebe der Holzmasse besteht aus Längenfasern; die Richtung parallel zu den Fasern heißt Langholz, die Richtung, welche in der Ebene der Fasern rechtwinkelig gegen dieselben ist, Querholz. Unter Hirnholz oder Hirn versteht man die Ebene, die mit der Ebene der Faser einen rechten Winkel bildet. Im Gegensatz zum Hirn nennt man die Flächen, die mit der Faser parallel gehen, Aderholz.

Oft enthält das Holz Gummi, Stärke, Farbstoffe, ätherisches Oel, am häufigsten aber Harz. Die verschiedene Menge der fremden Bestandtheile und die verschiedene Structur bedingt die Festigkeit des Holzes. Man unterscheidet in dieser Beziehung weiches und hartes Holz. Zu den weichen Hölzern zählt man das Holz der Tanne, Kiefer, Fichte, Pappel, Linde, Weide, zu den harten Hölzern das Holz der Eiche, Hainbuche, Rothbuche und Birke. Weiches Holz giebt eine größere Quantität Asche als hartes. Frisches Holz enthält eine bedeutende Menge von Wasser. Schübler und Neuffer zeigten, daß der Wassergehalt im Allgemeinen bei den weichen Hölzern größer als bei den harten sei. Diese Beobachter fanden z. B. in 100 Gewichtstheilen des frisch gefällten Holzes:

von der Steinbuche (Carpinus betulus)	18,6 Th. Wasser
„ „ Birke (Betula alba)	30,8 „ „
„ „ Kiefer (Pinus sylvestris) . .	37,7 „ „

von der Linde (Tilia europaea) . . 41,1 Th. Wasser
„ „ Schwarzpappel (Populus nigra) 51,8 „ „

Das lufttrockne Holz enthält aber immer noch Wasser. Rumford konnte durch Trocknen bei 136° noch 16—20 Proc. austreiben. Die meisten Holzarten sind leichter als Wasser, das spec. Gewicht kann bis auf 0,38 herabkommen. Die Holzsubstanz selbst, ohne Rücksicht auf die Poren, ist aber schwerer als Wasser. Die Zusammensetzung der Hölzer ist eine verschiedene, was für die Heizkraft derselben von großer Wichtigkeit ist. Petersen und Schoedler fanden in 100 Theilen:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Ahorn (Acer campestr.) . . .	49,80	6,31	43,89
Eiche (Quercus Robur)	49,43	6,07	44,50
Fichte (Pinus sylvestris) . . .	49,94	6,25	43,81
Kiefer (Pinus picea)	49,59	6,48	44,02
Linde (Tilia europaea)	49,41	6,86	43,73
Tanne (Pinus Abies)	49,95	6,41	43,65

Torf. Der Torf ist das Product der freiwilligen Zersetzung von Pflanzenstoffen, wenn sich dieselben in sumpfigen und nassen Plätzen aufgehäuft befinden. Man findet ihn überall, wo stehende Wässer sich befinden, besonders aber an den Ufern von Flüssen, deren Lauf sehr langsam ist. Stets trifft man ihn in horizontalen mit Sand und Thon abwechselnden Schichten. Je nachdem der Torf Ueberreste von Hölzern, Wurzeln oder Blättern enthält und nach den Orten seines Vorkommens und nach der Art seiner Gewinnung, unterscheidet man Wurzel- oder Blättertorf, Rasen- oder Moortorf, Streich- oder Stechtorf u. s. w. In dem Torfe ist die Zersetzung der Vegetabilien selten so weit fortgeschritten, daß man darin nicht mehr einzelne Theile der Pflanzen und deren Gattung erkennen könnte. Die Aschenmenge im Torfe ist sehr verschieden und oft sehr beträchtlich; sie variirt von 1 bis zu 33 Proc. Regnault fand in drei Torfsorten nach Abzug der Asche:

57,03 C, 5,63 H und 31,76 O
58,09 C, 6,93 H „ 31,37 O
57,79 C, 6,11 H „ 30,77 O

Steinkohle im Allgemeinen. Mit dem Namen Steinkohle bezeichnet man alle mineralischen Brennmaterialien, die einen Theil der Erdrinde bilden und in Gebirgssteinen eingeschlossen vorkommen. Es ist außer allem Zweifel, daß die

Steinkohlen ohne Ausnahme das Product der Flora einer früheren Periode sind. Die Abdrücke und Ueberreste organischer Theile, die sich zuweilen in den Steinkohlen finden, haben selbst gestattet, eine große Anzahl der Pflanzenspecien zu bestimmen. Man trifft die Steinkohlen in allen Formationen, von den jüngsten an bis zu den Uebergangsgebirgen. Je neuer ihre Bildung ist, desto mehr nähern sie sich in ihren Eigenschaften den vegetabilischen Körpern und unterscheiden sich fast nicht von dem Torfe. Umgekehrt ist die Steinkohle der Uebergangsgebirge fast reiner Kohlenstoff. Man bringt gewöhnlich die Steinkohlen in drei Gruppen, nämlich:

1) in die Steinkohlen der tertiären Formation, die Braunkohlen;
2) in die Steinkohlen der secundären Sand- und Kalksteingebirge, die eigentlichen Steinkohlen oder Schwarzkohlen;
3) in die Steinkohlen der Uebergangsgebirge, die Anthracite.

Braunkohle. Die Braunkohlen sind Lager von Bäumen, die durch frühere Erdrevolutionen verschüttet worden sind, und unter bedeutendem Druck eine allmälige Zersetzung erlitten haben, wodurch die flüchtigen Theile entwichen sind, während eine kohlenstoffreichere Substanz, die Braunkohle, zurückgeblieben ist. Nach dem verschiedenen Zersetzungsgrade unterscheidet man mehrere Varietäten der Braunkohle: a) das bituminöse Holz von dem Ansehen des Holzes, zeigt noch deutlich die Structur desselben; b) die gemeine Braunkohle, welche derbe spröde Massen von muschligem Bruche bildet. Bei glänzendem Bruche nennt man sie, wiewohl fälschlich, Gagat. Sie findet sich stets in Gemeinschaft mit der vorigen und beide bilden in denjenigen Formationen über der Kreide mächtige Lager, die meist von Sand, Grobkalk und Lehm bedeckt sind. Sehr häufig kommt in den Braunkohlen Schwefelkies vor. Ist in derselben die Menge des Schwefelkieses überwiegend, so entsteht daraus die Alaunerde, die man auf Alaun und Eisenvitriol verarbeitet. Der Aschengehalt der besten Braunkohlenarten beträgt 5—10 Proc. Regnault fand in mehreren Sorten Braunkohle in 100 Theilen:

70,49 C, 5,59 H und 18,93 O
63,88 C, 4,58 H „ 18,11 O
70,02 C, 5,20 H „ 21,77 O

Steinkohle. Die eigentliche Steinkohle oder Schwarzkohle (vergl. Seite 494) findet sich in derben, schwarzbraunen bis schwarzen, größtentheils muschligen Bruch besitzenden Massen abgelagert vor und bildet

dann die sogenannten Kohlenflötze, die oft eine Ausdehnung von mehreren Quadratmeilen und eine Mächtigkeit bis zu 80 Fuß erreichen. Ueber einander liegende Flötze sind gewöhnlich durch Thonschieferlagen getrennt. Ihr spec. Gewicht variirt von 1,16—1,60. In der Steinkohle häufig eingemengte Substanzen sind Thon, kohlensaurer Kalk, Sphärosiderit, etwas Bleiglanz und vor Allem Schwefelkies, welcher letztere die Güte der Steinkohle bedeutend herabsetzt, da 1) sich die schwefelkieshaltige Steinkohle mit der Zeit an der Luft zersetzt, indem der Schwefelkies sich zu schwefelsaurem Eisenoxydul oxydirt, wodurch die Steinkohlen ausgedehnt werden und in kleine Stücke zerfallen, 2) der beim Anzünden entweichende Schwefel die Böden der Dampfkessel, Röhren, Roststücke ꝛc. angreift. In chemisch-technischer Beziehung unterscheidet man nach Karsten nach ihrem Verhalten beim Erhitzen drei Arten von Kohle. Diejenigen, die sich beim Erhitzen erweichen und aufblähen, nennt man Backkohlen; diejenigen, die nur eine Volumenverminderung zeigen und anstatt zu schmelzen pulverförmig werden, Sandkohlen und endlich diejenigen, welche beim Erhitzen zusammensintern und zusammenfallen, Sinterkohlen. Nach den äußeren Eigenschaften unterscheidet man Rußkohle, Pechkohle, Blätterkohle, Schieferkohle ꝛc. Von den zahlreichen Analysen der Steinkohlen mögen folgende hier ihren Platz finden:

Sandkohle	73,88 C,	2,76 H,	20,47 O	und N 2,89	Asche
Sinterkohle	78,39 C,	3,21 H,	17,77 O	„ N 0,62	„
Backkohle	87,85 C,	4,90 H,	4,29 O	„ N 3,00	„

L. Brückner fand bei der Analyse einiger Zwickauer Steinkohlen:

	Rußkohle vom Bürgerschacht:	Pechkohle vom Bürgerschacht:	Pechkohle vom Auroraschacht:
Kohlenstoff	82,10	80,00	73,85
Wasserstoff	5,34	5,50	4,70
Stickstoff	0,65	0,88	0,60
Schwefel	0,37	0,40	0,48
Asche	1,09	1,68	6,27
Sauerstoff	10,45	11,54	14,10
	100,00	100,00	100,00

Anthracit. Der Anthracit oder die Kohlenblende findet sich vorzugsweise zwischen den Schichten des Thonschiefers und der Grauwacke, so wie zwischen Glimmerschiefer und auf solchen Gängen, welche jene Formation durchsetzen. Er erscheint als eine eisenschwarze, undurchsichtige, im Bruche flach muschlige Kohle von metallähnlichem Glanze und besteht aus reinem Kohlenstoff. Wenn gleich der Anthracit in seiner Textur nichts wahrnehmen läßt, daß er vegetabilischen Ursprungs sei, so sprechen doch die im amerikanischen Anthracit häufig gefundenen Pflanzenabdrücke dafür, daß der Anthracit als der Ueberrest der ersten und ältesten Vegetation der Erde anzusehen ist. Die procentische Zusammensetzung des Anthracits von Mayenne ist:

92,85 C, 3,46 H und 3,19 O.

Eine Abart des Anthracits ist der Graphit oder das Reißblei. — Die künstlichen Brennmaterialien, Koks und Kohlen, finden bei den Producten der Verkohlung ihren Platz.

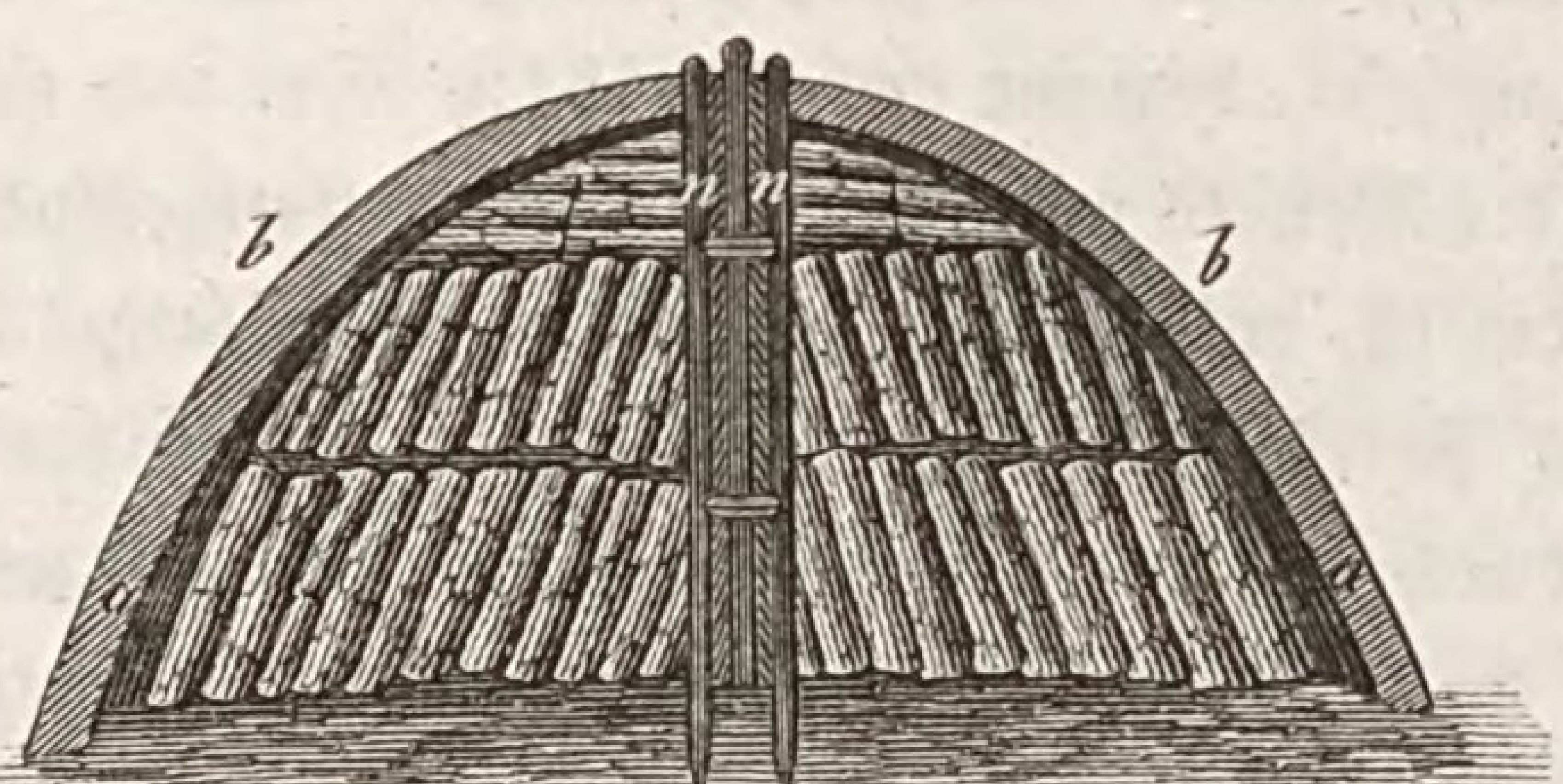
Verkohlung. Allgemeines. Verkohlung. Es gilt als ein allgemeines Kennzeichen der organischen Verbindungen, daß dieselben durch die Wärme sich zersetzen und Kohlenstoff ausscheiden. Geschieht die Zersetzung der organischen Substanz durch die Wärme unter gleichzeitiger Mitwirkung von Sauerstoff, so findet Verbrennung statt und die auftretenden Producte sind meist einfache unorganische Verbindungen, wie Kohlensäure und Wasser. Die uns hier beschäftigenden Producte sind die bei Abschluß der Luft auftretenden. Wenn man z. B. Holzstückchen aus einer Retorte destillirt, so erhält man anfänglich Dämpfe, die sich zum Theil in der Vorlage verdichten, zum Theil aber auch aus Gasen, Kohlensäure, Leuchtgas und Grubengas bestehen. Die in der Vorlage condensirten Dämpfe bilden ein gelblich gefärbtes Oel, auf welchem eine wasserhelle Flüssigkeit schwimmt. Die obere wässerige besteht aus unreiner Essigsäure (Holzessig) und Holzgeist, die untere dicke aus Theer (Holztheer). Im Innern der Retorte befindet sich Kohle (Holzkohle). Wir betrachten zuerst die Verkohlung des Holzes, wie sie im Großen vor

Verkohlung des Holzes. sich geht. Man unterscheidet Schwarzkohle und Rothkohle (Charbon roux); die erstere ist das Product der vollständigen Verkohlung, die letztere einer unvollständigen und enthält daher noch eine größere oder geringere Quantität von Wasserstoff und Sauerstoff. Aus lufttrocknem Holze kann man nach Karsten bei langsamer Verkohlung 25 bis 28 Proc., bei schneller Verkohlung hingegen nur 12—16 Proc. Kohle

erhalten. Ein unvollkommener Holzverkohlungsproceß geht in Meilern, Haufen, Meileröfen oder Gruben vor sich.

Meilerverkohlung. Unter einem Meiler versteht man einen aus größeren Holzstücken zusammengeschichteten Haufen, der mit einer Decke von Kohlenlösche (Kohlenstaub mit Erde gemengt) versehen ist. Die äußere Gestalt des Meilers nähert sich der Halbkugelform oder vielmehr der Form eines in eine halbkugelförmige Wölbung auslaufenden Conus. Die Holzscheite werden entweder fast senkrecht gegen die Axe des Meilers geneigt, oder man legt sie horizontal, in radialer Richtung von dieser Axe auslaufend. Im ersteren Falle heißt der Meiler ein stehender, im anderen Falle ein liegender Meiler. Die Axe des Meilers wird Quandel genannt, das Aufbauen des Meilers das Richten. Man unterscheidet die wälschen und slavischen Meiler. Ein wälscher Meiler (Fig. 143) besteht aus zwei bis drei Holz-

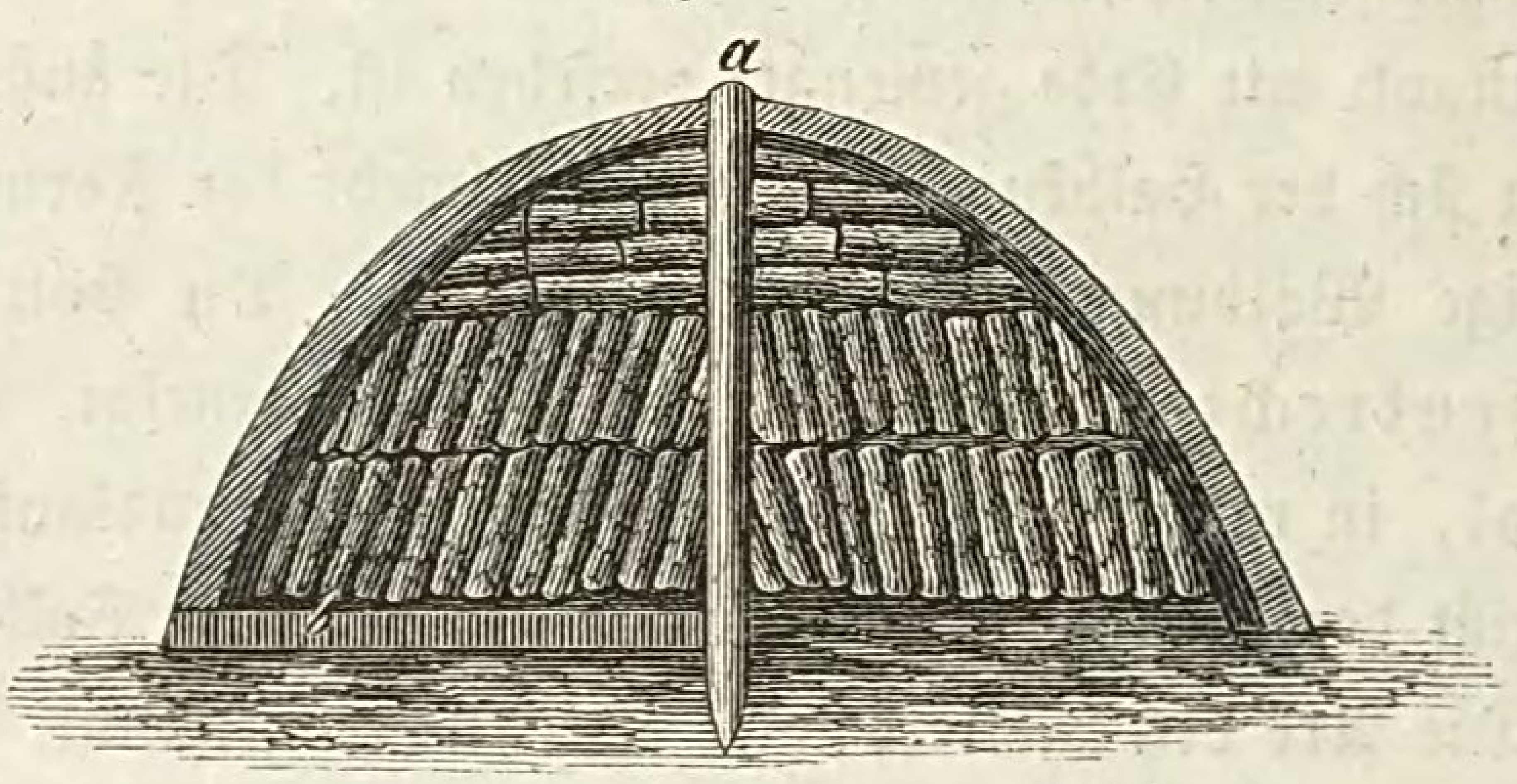
Fig. 143.



schichten (zwei- und dreischichtig); die conische Holzmasse wird durch horizontal gelegte Scheite (die Haube) abgerundet. Der Quandel wird hier durch drei Quandelstangen gebildet, welche durch die Holzspreizen n auseinander gehalten werden. Der gerichtete Meiler wird darauf mit einer Decke versehen und zwar mit einer aus Rasenstücken, Laub, Moor u. s. w. bestehenden grünen oder Unterdecke a, welche die Bestimmung hat, der oberen Decke eine gute Unterlage zu gewähren und das Eindringen der Kohlenlösche in das Innere des Meilers zu verhindern. Die obere Decke b besteht aus Kohlenlösche. Der slavische Meiler (siehe umstehende Fig. 144) unterscheidet sich von dem wälschen Meiler durch den Quandel, der hier aus einem eingerammten Pfahl besteht. Zum Anzünden spart man die Zündgasse b, einen bis zum Quandel gehenden Canal auf. Nach dem vollständigen Richten des Schachtes schreitet man zum Anstecken, das beim wälschen

Meiler durch den Quandelschacht, beim slavischen Meiler durch die Zündgasse geschieht. Der eigentliche Proceß des Kohlenbrennens zerfällt in das

Fig. 144.



Schwitzen, das Treiben und das Zubrennen des Meilers. In der ersten Zeit des Brennens wird der Meiler auf der Oberfläche feucht und es entwickelt sich Wasserdampf in großer Menge. Sobald dieses Schwitzen oder Abbähen aufhört, beginnt das Treiben. Der mit einer leichten Decke versehene Fuß des Meilers wird, da der bis jetzt stattgefundene Luftzug nicht mehr nothwendig ist, vollständig bedeckt und die übrige Decke fester angeschlagen. Das Fortschreiten der Verkohlung im treibenden Meiler wird hauptsächlich durch die hohe Temperatur des Kernes unterhalten. Das Treiben währt 2—4 Tage. Nach dieser Zeit ist das Holz, mit Ausnahme der unmittelbar unter der Decke befindlichen Schicht, vollständig verkohlt. Das Zubrennen des Meilers, wodurch auch die Basis des Meilers gahr gebrannt wird, geschieht, indem man am Fuße einige Zugöffnungen (Fußraumlöcher) einstößt, gegen welche sich der Verbrennungsproceß hinzieht. Hat sich die Verkohlung an allen Stellen des Meilers als vollendet zu erkennen gegeben, so trifft man Vorkehrungen, daß das darauf folgende Abkühlen des Meilers unter möglichst vollkommenem Luftabschlusse vor sich gehe.

Haufenverkohlung. Die Haufenverkohlung unterscheidet sich von der Meilerverkohlung nur dadurch, daß die Form der zur Verkohlung aufgeschichteten Holzmasse eine verschiedene ist. Die Scheite sind horizontal gelegt und werden durch Pfähle zusammengehalten. Der Haufen ist an dem einen Ende, dem Fußende, niedriger als an dem Kopfende oder Segel, und eben so wie der Meiler mit einer Decke bedeckt. Die Verbrennung pflanzt sich bei der Haufenverkohlung nach einer Richtung, vom Fußende zum

Kopfende fort, während sie bei der Meilerverkohlung von dem Centrum des Fußes nach der Peripherie sich allseitig hin verbreitet.

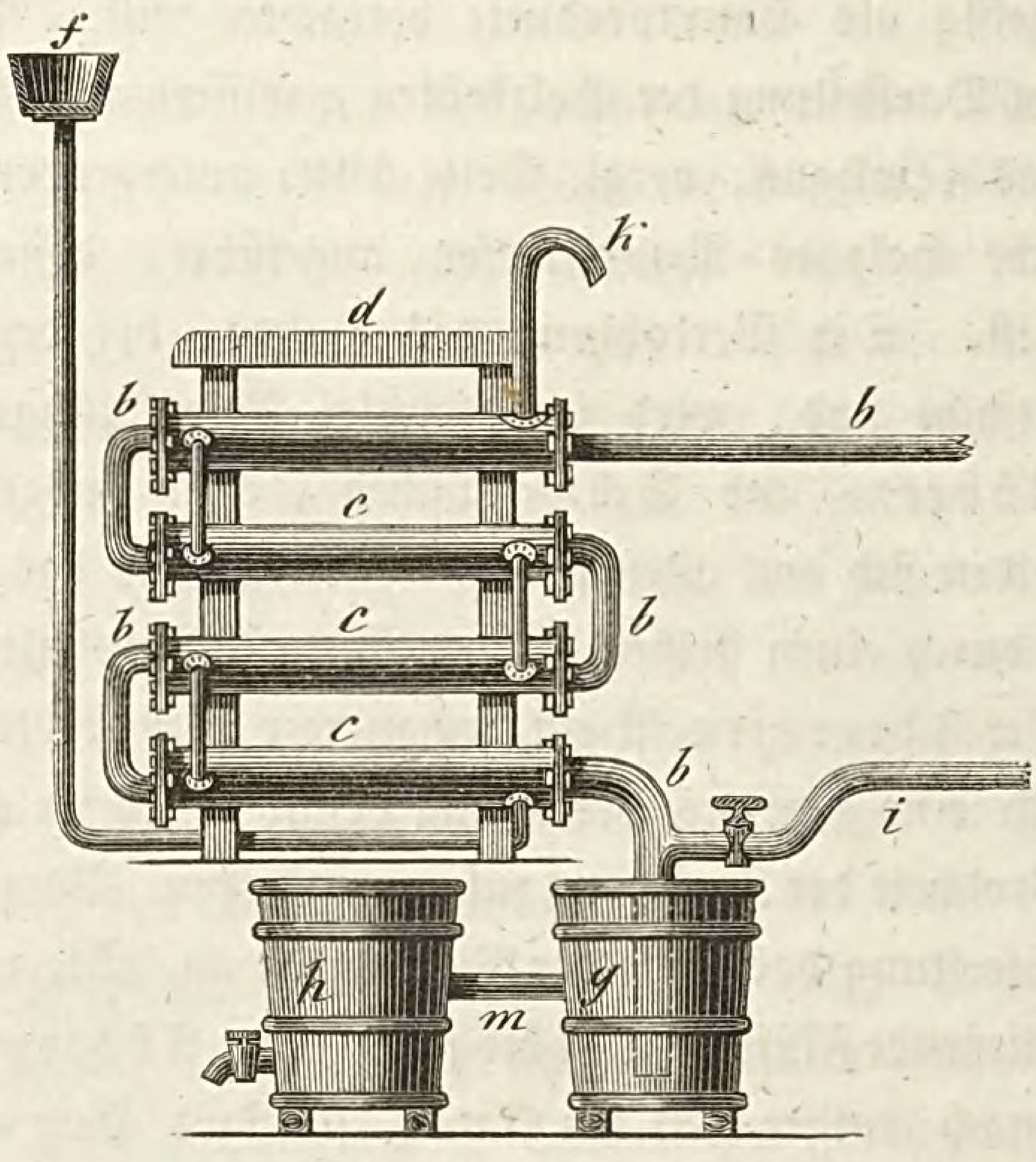
Verkohlung in Meileröfen und Gruben. Bei der Verkohlung in Meileröfen ist die poröse und bewegliche Meilerdecke durch ein festes Gemäuer ersetzt, bei der Verkohlung in Gruben wird die Verkohlung in einem unmittelbar unter der Erdoberfläche befindlichen Raume ausgeführt. Bei beiden Arten der Verkohlung sucht man die flüssigen Producte der trocknen Destillation des Holzes aufzufangen.

Verkohlung in Oefen. Bei der Verkohlung in Oefen kommt es darauf an, ob man die Kohle als Haupt- oder als Nebenproduct, und in letzterem Falle Theer und Holzessig als Hauptproducte betrachten will. Von denjenigen Oefen, bei denen Darstellung der Holzkohlen gewissermaßen Hauptsache, Erzeugung von Gas (Holzgas; vergl. Seite 499) untergeordnet ist, sei der Pettenkofer'sche Holzgas-Retortenofen angeführt, dessen Construction nicht bekannt ist. Die Verkohlung des Holzes, bei der die flüchtigen Producte Hauptsache sind, wird in dreierlei Vorrichtungen, nämlich in Retorten-, Röhren- und Schwarz'schen Oefen ausgeführt. Letztere Oefen unterscheiden sich von allen übrigen dadurch, daß das zur Verkohlung bestimmte Holz durch einen heißen, keinen Sauerstoff enthaltenden Gasstrom erhitzt wird. Der Theerofen ist ein gemauerter überwölbter Cylinder, auf dessen Boden sich eine geneigte Vertiefung befindet, in welcher die flüssigen Theer. Producte der Zersetzung zusammenfließen. Vorzugsweise wendet man zur Theerbereitung das Holz der Pinusarten an. Die zum Anfange der Operation ausfließende Flüssigkeit ist die sogenannte Theergalle, auf deren Oberfläche sich nach einiger Zeit ein klares, flüssiges Harz abscheidet, das, mit Wasser destillirt, Kienöl giebt, während in dem Destillirapparate weißes Pech zurückbleibt. Der Theer ist eine zähe, braune Masse, die aus einigen Brenzharzen, aus Colophon in Terpentin gelöst, Essigsäure und einigen anderen Körpern besteht. Mit Wasser destillirt, giebt der Theer das sogenannte Pechöl, ein Gemenge von Terpentinöl und Brandöl. In der Destillirblase bleibt eine beim Erkalten erhärtende Masse, das Schiffspech, zurück. Gewöhnlich aber stellt man letzteres durch Einkochen von Theer in offenen Kesseln dar. Die Anwendung des Theers und Pechs zum Bestreichen und Schmieren von Holz und Tauwerk ist bekannt. — Aus dem faulenden Birkenholz, besonders der Rinde, stellt man in Rußland auf ähnliche Weise

einen dünnen Theer, Doggert oder Deggut, dar, der bei der Fabrikation des Juchtenleders Anwendung findet.

Holzessig. Die beim Theerschwellen erhaltenen Destillationsproducte enthalten weniger Essigsäure als die bei der trocknen Destillation eines minder harzreichen Holzes gewonnenen. Ist die Darstellung des Holzessigs Zweck der Holzverkohlung, so schließt man Holz in einem geeigneten Apparate ein und setzt es bei Abschluß der Luft einer nach und nach bis zum Glühen gesteigerten Hitze aus. Sehr zweckmäßig bedient man sich zum Condensiren der Dämpfe hierzu des Fig. 145 abgebildeten Apparates. Die Zersetzung

Fig. 145.



des Holzes geht in eisernen Retorten vor sich, denen ähnlich, die man bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen verwendet. Die Destillationsproducte gehen durch das Rohr b, welches bei a mit der Retorte verbunden und zickzackförmig gebogen ist, durch den in dem Gestelle d befindlichen Kühlapparat c, welchem durch f kaltes Wasser zugeführt wird, während das erwärmte bei k abfließt. Essig, Theer und Holzgeist condensiren sich und fließen in das Gefäß g, in welchem sich besonders der Theer absetzt, während die leichteren Flüssigkeiten durch m nach dem Gefäß h ablaufen. Die nicht condensirten brennbaren Gase werden durch das Rohr i in die Feuerung

geleitet. Der auf diese Weise erhaltene rohe Holzessig wird wegen seines Kreosotgehalts*) zum Räuchern des Fleisches benutzt. Unter den vielen Reinigung des Holzessigs. Methoden der Reinigung des Holzessigs sei nur die eine erwähnt. Man sättigt die rohe Säure mit Kalkhydrat, mit welchem die Essigsäure eine leicht lösliche, das Harz aber eine fast unlösliche Verbindung eingeht. Die klare Flüssigkeit wird abgegossen und mit schwefelsaurem Natron zerlegt, es bildet sich unlöslicher Gyps und essigsaures Natron, dessen Lösung von dem Bodensatze abgegossen und bis zum Erscheinen einer Krystallhaut abgedampft wird. Das krystallisirte Salz wird umkrystallisirt, geschmolzen und vorsichtig auf eisernen Platten bis zur Zersetzung des Harzes erhitzt. Diese Reinigungsmethode gründet sich darauf, daß die Essigsäure in den Salzen eine viel höhere Temperatur ohne Zersetzung ertragen kann, als die Brenzstoffe. Das so erhaltene kohlehaltige essigsaure Natron führt wegen seiner Benutzung zur Rothbeize den Namen Rothsalz. Um aus diesem Salze die Essigsäure abzuscheiden, wird dasselbe mit Schwefelsäure versetzt und die vom ausgeschiedenen Glaubersalze abgegossene klare Flüssigkeit destillirt, wobei wasserhaltige Essigsäure übergeht. Nach Pasch läßt man den rohen Essig behufs der Reinigung durch ein mit Birkenkohle angefülltes Dumont'sches Filter gehen. Stolze's Versuchen zufolge liefert 1 Pfund Holz, gleich viel von welcher Art, im Durchschnitt 15 Loth Holzessig, der aber allerdings von sehr verschiedener Stärke ist.

Nach Völckel erzeugt man aus dem rohen Holzessig reine Essigsäure, indem man rohen Holzessig mit Kalk sättigt, wobei ein Theil der harzigen Stoffe in Verbindung mit Kalk sich abscheidet und abfiltrirt wird. Die bis zur Hälfte eingedampfte Flüssigkeit wird mit Salzsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt, das sich dabei abscheidende Harz abgeschäumt und die Flüssigkeit sodann bis zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird durch Salzsäure zersetzt und die Essigsäure abdestillirt. Das Destillat wird durch nochmalige Destillation über 2—3 Proc. zweifach chromsaurem Kali gereinigt.

---

*) Das Kreosot ist ein von Reichenbach entdecktes Product der trocknen Destillation der organischen Substanzen. Daß das Fleisch, welches einige Zeit im Rauche gehangen, nicht mehr fault, ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, der neueren Zeit war aber vorbehalten zu zeigen, daß das Kreosot das wirksame Princip des Rauches sei. Es erscheint im reinen Zustande als eine ölige farblose Flüssigkeit von unangenehmem Geruche und brennend scharfem Geschmacke. Auf die Zunge gebracht, bewirkt es den heftigsten Schmerz und zerstört die Epidermis. Es wirkt in hohem Grade antiseptisch und blutstillend.

Anwendung des Holzessigs.

Man benutzt den Holzessig in der Kattundruckerei und Färberei, zur Darstellung reiner essigsaurer Salze, zu pharmaceutischem und chemischem Gebrauche, so wie in höchst gereinigtem Zustande als Tafelessig.

Holzgeist.

Bei der Destillation des Holzessigs geht anfangs eine alkoholische Flüssigkeit, roher Holzspiritus, über, die, wiederholt über gebranntem Kalk rectificirt, den Holzgeist, Holzalkohol und das Methyloxydhydrat ($C_2 H_4 O_2 = C_2 H_3 O + HO$) bildet. Dieser Körper hat sehr große Aehnlichkeit mit dem Alkohol, sowohl in Bezug auf seine Eigenschaften, als auch in Bezug auf seine Zersetzungsproducte und chemische Constitution. Man benutzt ihn als Brennmaterial, so wie als Auflösungsmittel für Harze u. s. w. Als Ersatzmittel des Alkohols bei der Liqueurfabrikation und Parfümerie kann der Holzgeist wegen eines, wenn auch schwachen und unangenehmen Geruches nicht angewendet werden. Als Brennmaterial steht er dem Weingeist nach, da er leichter verdunstet und an brennbaren Bestandtheilen relativ ärmer ist.

Verkohlung des Holzes durch Wasserdampf.

In der neuesten Zeit ist die Anwendung von heißem Wasserdampf zur Verkohlung des Holzes, namentlich zur Darstellung von Rothkohle behufs der Pulverfabrikation im Großen versucht worden. Nach den von Violette zu Esquerdes bei St. Omer erhaltenen Resultaten wird nach diesem Verfahren an Zeit, Quantität und Qualität gewonnen, und zwar letzteres ist um so mehr der Fall, als der Dampf allen Theer mit fortnimmt, und die Bildung jener dichten, dem Schießpulver so nachtheiligen Theerkohle verhindert.

Eigenschaften der Holzkohle.

Die Holzkohle hat die Structur und die Form des Holzes, aus dem sie dargestellt worden ist, nur ist ihr Volumen ein geringeres. Im Allgemeinen ist sie schwarz, undurchsichtig und porös, obgleich diese Eigenschaften variiren können, je nachdem sie mehr oder weniger geglüht worden ist. Die Holzkohle hat ferner die Eigenschaft, eine große Menge gas- und dampfförmiger Körper, sowie Flüssigkeiten und aufgelöste feste Substanzen in ihren Poren aufzunehmen, daher ihre Anwendung in der Schnellessigfabrikation, zum Entfuseln des Branntweins, als Entfärbungsmittel u. s. w. In Bezug auf ihr Heizungsvermögen siehe den Schluß des Kapitels von den Brennstoffen.

Kienrußbrennerei.

Bei der Kienrußbrennerei oder der Erzeugung einer als Farbematerial angewendeten Kohle bedient man sich des Kienholzes oder der beim Theerschwellen zurückbleibenden harzreichen Rückstände. Man

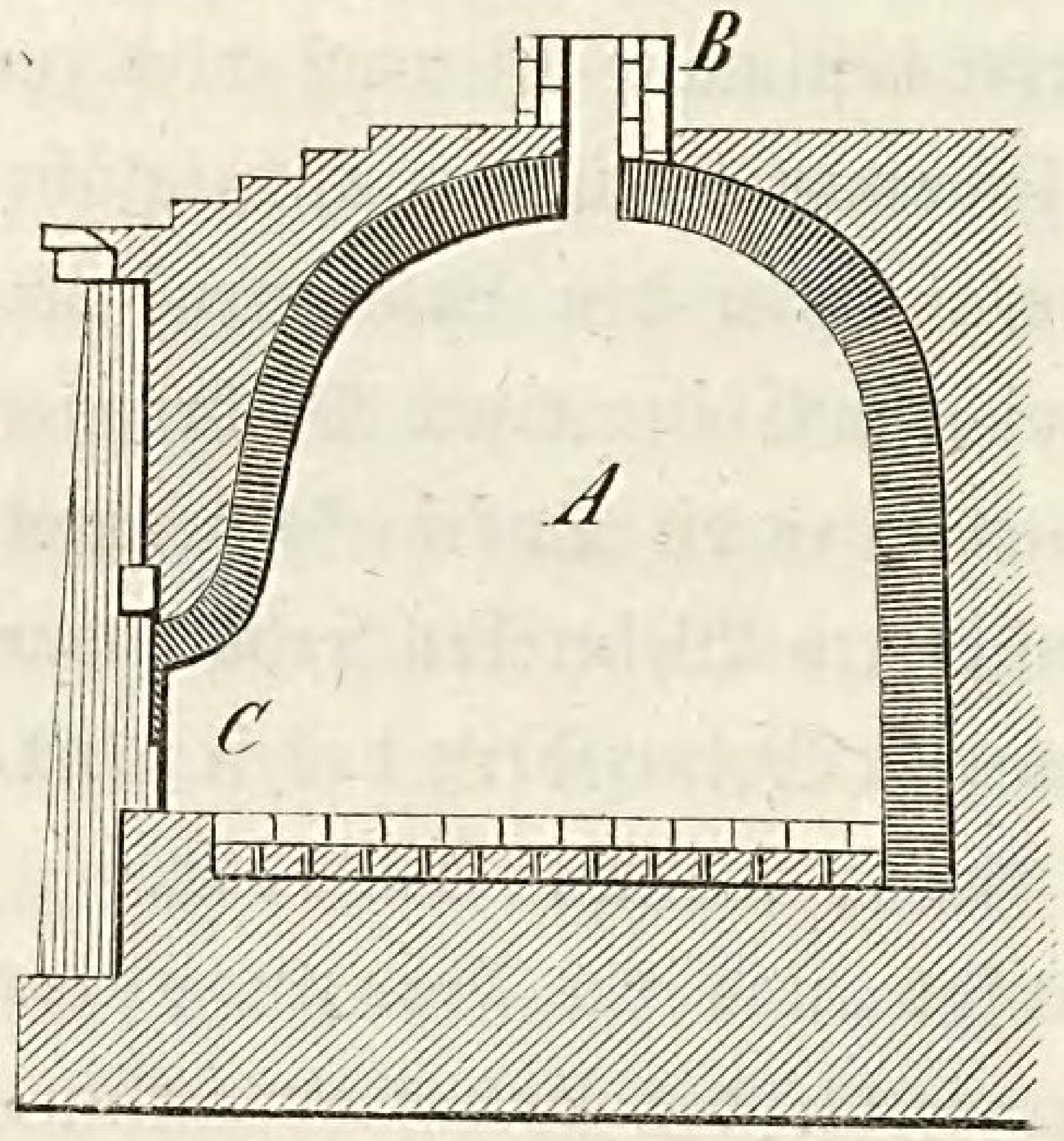
verbrennt diese Kohlen in einem niedrigen Ofen bei geringem Luftzutritt und leitet den sich entwickelnden schwarzen Rauch durch einen langen Kanal in eine aus Brettern zusammengesetzte Kammer, deren Decke aus einer Kappe von Leinwand oder von Flanell besteht. Der sich in der Kammer, besonders in der Kappe absetzende Ruß wird von Zeit zu Zeit zusammengefegt. Der zum Gebrauch für Druckerei und feine Malerei bestimmte Kienruß wird zur Zerstörung eines harzartigen Körpers, in blechernen Cylindern ausgeglüht. Eine noch feinere Schwärze erhält man, wenn man den Lampenruß von Oellampen sammelt. Auf ähnliche Weise wird in China durch Verbrennen von Sesamöl oder dem Oel von Bignonia tomentosa die Tusche*) bereitet. Durch Verkohlen der im Frühjahr abgeschnittenen Weinreben erhält man das Weinrebenschwarz, durch Verkohlen von Weintrebern das Frankfurter Schwarz und von Korkabschnitzeln das spanische Schwarz.

Verkohlung der Steinkohlen. Die Verkohlung des Torfes und der Braunkohlen wird seltener, und zwar auf ähnliche Weise wie die des Holzes ausgeführt. Wir können dieselbe deshalb hier übergehen. Desto wichtiger aber ist die Verkohlung der Steinkohlen oder die Erzeugung von Koks. Daß dieselben ein werthvolles Nebenproduct bei der Bereitung des Leuchtgases aus Backkohlen abgeben, ist schon Seite 499 angegeben worden. Während aber zu der Darstellung des Gases aus Steinkohlen diejenigen Sorten sich am besten eignen, die den meisten Wasserstoff enthalten, kommt bei der Steinkohle als Brennmaterial nur der Kohlenstoffgehalt in Betracht, und es ist daher die kohlenstoffreichste Steinkohle das beste Brennmaterial. Der Zweck der Verkohlung der Steinkohlen ist folglich, den Kohlenstoffgehalt zu vergrößern, nebenbei aber auch den größten Theil des in den Steinkohlen enthaltenen Schwefels zu entfernen. Man bezeichnet deshalb, obgleich fälschlich, das Verkohlen zuweilen mit dem Namen Abschwefeln. Das Verkohlen geht entweder in Meilern und Haufen, oder in Oefen vor sich. Die erstere Art ist der Holzverkohlung mehr oder weniger ähnlich. Die Verkokung in Oefen geschieht in Oefen von 9 Fuß Höhe und 9 Fuß

*) Die chinesische Tusche wird nach Merimée auf folgende Weise nachgeahmt: Man kocht eine Auflösung von Pergamentleim lange Zeit in Wasser, damit er die Fähigkeit verliere, gallertartig zu werden, schlägt einen Theil davon mittelst eines Galläpfelaufgusses nieder, löst den Niederschlag mit Ammoniak auf, fügt den anderen Theil der Leimlösung hinzu und mischt diese dann mit gereinigtem Lampenschwarz, etwas Moschus und Kampher, und formt aus dem Teig Täfelchen.

unten im Durchmesser (Fig. 146). Von dem vorhergehenden Brande sind die Oefen noch so heiß, daß die hineingeworfene Kohle sich entzündet. Man bringt die Kohlen durch C und durch die Gichtöffnung B herein, breitet sie gleichmäßig auf dem Boden aus, setzt dann die Thüre vor und verschmiert die Fugen mit Lehm. Wenn durch die Gicht keine Dämpfe mehr entweichen, verschließt man die Oeffnung mit einer Eisenplatte und bedeckt sie mit Sand. Nach einigen Stunden zieht man die Koks heraus und löscht sie.

Fig. 146.



Eigenschaften des Koks.

Der Kok bildet eine schwarzgraue, metallglänzende, mehr oder weniger poröse, dem Bimsstein ähnliche Masse, die nicht abfärbt, aber zerbrechlich und zerreiblich ist. Das spec. Gewicht ist etwas geringer als das der Steinkohle. Er ist im hohen Grade hygroskopisch und kann bis 30 Proc. Wasserdampf aus der Atmosphäre aufnehmen. Der Kok verbrennt außerordentlich schwierig und ohne Flamme. Zu seiner Verbrennung müssen größere Quantitäten desselben auf einmal entzündet und ein lebhafter Luftzutritt herbeigeführt werden. Der Kok verdient unter allen Brennmaterialien den Vorzug, wenn nicht ein zu großer Schwefelgehalt desselben die Anwendung untersagt. Der Schwefel ist in der Steinkohle als Schwefelkies ($Fe\,S_2$) enthalten; während des Verkokens kann aber nur ein Theil des Schwefels abdestillirt werden und es bleibt eine niedrigere Schwefelungsstufe des Eisens zurück, denn:

$$7\,Fe\,S_2 = Fe_7\,S_8\,(6\,Fe\,S + Fe\,S_2) + 6\,S.$$

Diese Schwefelverbindung ist aber noch fähig, an erhitztes Eisen und Kupfer Schwefel abzugeben, und zerstört demnach metallene Gegenstände. In Gegenden, in denen die Salzsäure billig zu haben ist, hat man mit dem günstigsten Erfolge versucht, das Schwefeleisen der Koks, so wie letztere aus dem Ofen kommen, durch Salzsäure zu zersetzen ($Fe_7\,S_8 + 7\,Cl\,H = 7\,Fe\,Cl + 7\,SH + S$). Außerdem kann man schwefelhaltige Koks, indem man dieselben mit Kalk vermischt anzündet, auch zu Dampfkesselfeuerung anwenden.

Heizungsvermögen. **Heizungsvermögen.** Bekanntlich entwickeln gleiche Quantitäten verschiedener Brennstoffe ungleiche Wärmemengen. Das Heizungsvermögen ist diesen Wärmemengen proportional und wird dadurch ausgemittelt, daß man die mit den verschiedenen Brennmaterialien erzielten Effecte mit einander vergleicht. Man erreicht dies, indem man die Quantität Wasser, die das Brennmaterial um einen Grad der Centesimalskale erhitzen kann, bestimmt und als Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge annimmt, die zur Erwärmung eines Kilogramms Wasser nothwendig ist. Man nennt diese Probe die *calorimetrische*. Eine andere Probe beruht auf der Anwendung der *Bleiglätte* (Pb O), mit der man das zu untersuchende Brennmaterial erhitzt und aus dem erhaltenen regulinischen Blei einen Schluß auf den Werth des Brennmaterials zieht. Man ermittelt, welche Quantität Sauerstoff das Brennmaterial aufnehmen muß, damit sein Kohlenstoff zu Kohlensäure, sein Wasserstoff zu Wasser verbrenne. Vergleicht man diese Menge mit der eines anderen Brennmaterials von bestimmter Heizkraft, wie z. B. von reiner Kohle, so versteht es sich von selbst, daß man das Heizungsvermögen eines Brennmaterials, ohne selbst seine Zusammensetzung zu kennen, leicht erfahren kann. Reine Kohle giebt mit Bleiglätte erhitzt das 34fache ihres Gewichtes, und Wasserstoff das 103,7fache seines Gewichtes an metallischem Blei. Kennt man die Menge Blei, die ein Brennmaterial mit der Bleiglätte giebt, so kann man sein Wärmevermögen nach Einheiten berechnen, weil durch directe Versuche die Menge des Wassers bekannt ist, dessen Temperatur die Kohle um einen Grad erhöhen kann. Dieses Gewicht ist nach *Despretz* das 7815fache der Kohle. Da nun reine Kohle 34 Th. Blei giebt, so entspricht jeder durch ein Brennmaterial hervorgebrachte Theil Blei 230 Wärmeeinheiten. Um das Heizungsvermögen eines Brennmaterials zu bestimmen, erhitzt man dasselbe in getrocknetem und fein gepulvertem Zustande mit der 23fachen Menge Bleiglätte, oder besser noch mit Bleioxychlorür (basischem Chlorblei), bis aus der geschmolzenen Masse sich keine Gasblasen mehr entwickeln. Nach dem Erkalten wird der Tiegel zerschlagen, der am Boden befindliche Bleikönig durch Hämmern von dem anhängenden Bleioxyd getrennt und dann gewogen *).

*) Es kommt zuweilen vor, daß die Ausbeute an regulinischem Blei zu hoch ausfällt, wenn das Brennmaterial, wie die Steinkohle, große Mengen von Schwefelkies enthält. Der Schwefelkies (FeS_2) reducirt nämlich die Bleiglätte ebenfalls, indem sich schweflige Säure und Eisenoxydul bildet ($FeS_2 + 5\,PbO = 2\,SO_2 + FeO + 5\,Pb$).

Angenommen, wir hätten 1,2 Gr. fein gepulverten Kok auf diese Weise behandelt und 28,26 Gr. Blei erhalten, so setzen wir an:

$$\frac{1,2 : 28,26 : 1,0 : x}{x = 23,55 \times 230} = 5416.$$

Das Verhältniß des Brennwerths dieses Koks ist zu dem der reinen Kohle wie 5416 : 7815. Es liegt in der Natur der Sache, daß diese Methode nur ein annäherndes, wiewohl zu technischen Zwecken hinreichendes Resultat giebt. So erhält man aus:

1 Th. Eichenholz 12,5 Th. Blei,
1 Th. Tannenholz 14,5 Th. Blei,
1 Th. Pappelkohle 30,6 Th. Blei,
1 Th. Torf 8,0—15,5 Th. Blei,
1 Th. Braunkohlen 20,0—25 Th. Blei,
1 Th. Steinkohlen 20,0—25 Th. Blei,
1 Th. Koks 22,0—28,5 Th. Blei.

Da nun 1 Gewichtstheil Kohle 78,15 Gewichtstheile Wasser von 0° auf 100° zu erhitzen und 1 Th. Kohle 34,5 Th. Blei aus Bleiglätte abzuscheiden vermag, so entspricht jeder Gewichtstheil Blei, der durch irgend einen Brennstoff reducirt wird, $\frac{78,15}{34,5} = 2,265$ Th. Wasser, welche dadurch um 100° erwärmt werden. Das vorstehende Verfahren gründet sich auf die nicht mehr haltbare Ansicht, daß gleiche Quantitäten Sauerstoff, indem sie Kohlenstoff oder Wasserstoff verbrennen, gleiche Wärmemengen liefern; es eignet sich demnach nur für Heizmaterialien, die nur eine sehr geringe Menge Wasserstoff enthalten.

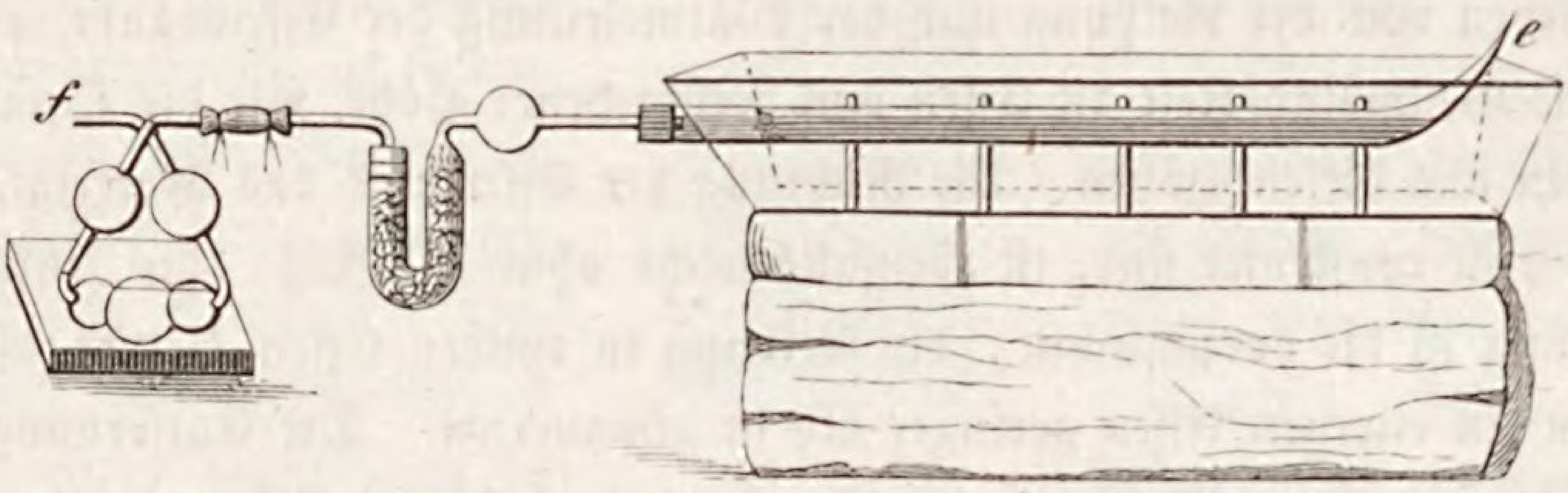
Elementaranalyse der Brennstoffe. Kommt es darauf an, genau den Kohlenstoff- und den Wasserstoffgehalt eines Brennmaterials zu erfahren, so bestimmt man zuerst durch Verbrennen einer gewissen Menge desselben den Aschengehalt und nimmt dann die Elementaranalyse in dem in nebenstehender Fig. 147 dargestellten Liebig'schen Verbrennungsapparate vor. In dem Rohr befindet sich die mit Kupferoxyd (CuO) gemengte Substanz; wird das Rohr erhitzt, so verbrennt ihr Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs des Kupferoxyds zu

---

Von der Gesammtmenge des Bleies muß demnach die Quantität Blei, die durch den Schwefelkies reducirt wurde, abgezogen werden, wobei man von der Annahme ausgeht, daß der in den Steinkohlen enthaltene Schwefel in Gestalt von Schwefelkies enthalten ist.

Kohlensäure und ihr Wasserstoff zu Wasser ($C + H + 3\,CuO = CO_2 + HO + 3\,Cu$). Beide Körper — Kohlensäure und Wasser — ent-

Fig. 147.



weichen gasförmig; das Wasser wird in einem gebogenen mit geschmolzenem Chlorcalcium angefüllten Rohr, die Kohlensäure in einem Kugelapparat, in welchem sich Kalilösung befindet, aufgefangen. Da beide Apparate vor dem Versuch gewogen werden, so erfährt man nach beendigtem Versuch durch die Gewichtszunahme derselben die Menge der erzeugten Kohlensäure und des Wassers, aus welchen sich dann leicht die Quantität des in dem Brennstoff enthaltenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs berechnen läßt.

Von der Heizung im Besonderen. **Die Heizung im Besonderen.** Der Zweck der Heizung ist, so vollständig und so vortheilhaft wie möglich die durch das Verbrennen der Brennmaterialien entwickelte Hitze zu praktischen Zwecken zu benutzen. Das, was uns hier vorzugsweise beschäftigen soll, ist die

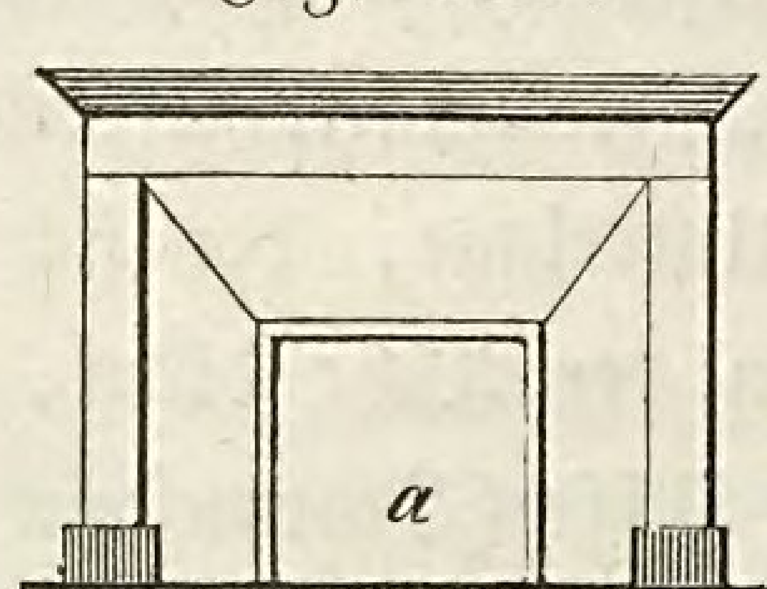
Zimmerheizung. **Zimmerheizung**, da die zu technischen Zwecken angewandten Oefen schon zum größten Theile bei den betreffenden Gegenständen abgehandelt worden sind. Das Princip der Zimmerheizung ist folgendes: Man entwickelt an einem geeigneten Orte eines Lokales durch Verbrennen eines Brennmateriales Wärme, durch welche die Luft in der Nähe des Ofens erwärmt wird, sich ausdehnt und eine Strömung der Luft des Zimmers auf die Weise bewirkt, daß die erwärmte Luft von dem Ofen nach oben strömt, während die kalte Luft nach dem Ofen zieht, um dort erwärmt zu werden. Bei jeder Heizvorrichtung unterscheidet man im Allgemeinen den **Feuerungsraum**, in welchem sich das Brennmaterial befindet, den **Rost**, eine aus eisernen Stäben bestehende Unterlage, der sich unter dem Feuerungsraum befindet und zum Auffangen der Asche dient, die durch den Rost in den **Aschenfall** fällt, und die **Esse** (Schornstein oder Kamin), durch welche der **Zug** vermittelt wird, indem durch dieselbe die aus dem Feuerungsraum

aufsteigenden Gase und Dämpfe entweichen. Die Zugkraft, d. h. die Geschwindigkeit der einströmenden und ausströmenden Luft, ist abhängig von dem Temperaturunterschiede der inneren und äußeren Luft und von der Höhe der Esse; sie ist um so bedeutender, je größer der Temperaturunterschied ist. Abgesehen von der Reibung und der Wärmeleitung der Essenwände verhält sich die Geschwindigkeit in Essen von verschiedener Höhe, wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen. Die Richtung der Essen und das Material, aus welchen sie construirt sind, ist ebenfalls nicht ohne Einfluß; die senkrechte Richtung ist die vorzüglichste, die Reibung in runden Essen kleiner als in eckigen, in eisernen Essen geringer als in gemauerten. Die Entfernung der Roststäbe von einander muß der Art sein, daß die einströmende Luft die Geschwindigkeit der ausströmenden annehmen kann; sie muß hinlänglich sein, um der Asche den Durchgang zu gestatten, zugleich aber eng genug, um die nicht verbrannten Kohlen zurückzuhalten. Der Zug läßt sich endlich durch Schieber und Klappen reguliren. Jahrhunderte lang bediente man sich in den wärmeren Ländern zum Heizen der Holzkohlen, die offen in Becken stehend durch ihre Verbrennung die Erwärmung des Zimmers veranlaßten. Das bei der unvollkommenen Verbrennung der Kohlen sich bildende Kohlenoxydgas, für Menschen und Thiere ein tödtliches Gift, veranlaßte aber, daß diese Methode der Heizung nur noch spärlich Anwendung findet. Von den gebräuchlichen Heizungsmethoden unterscheidet man:

1) die Kaminheizung,
2) die Ofenheizung,
3) die Kanalheizung,
4) die Luftheizung,
5) die Wasserheizung,
6) die Dampfheizung.

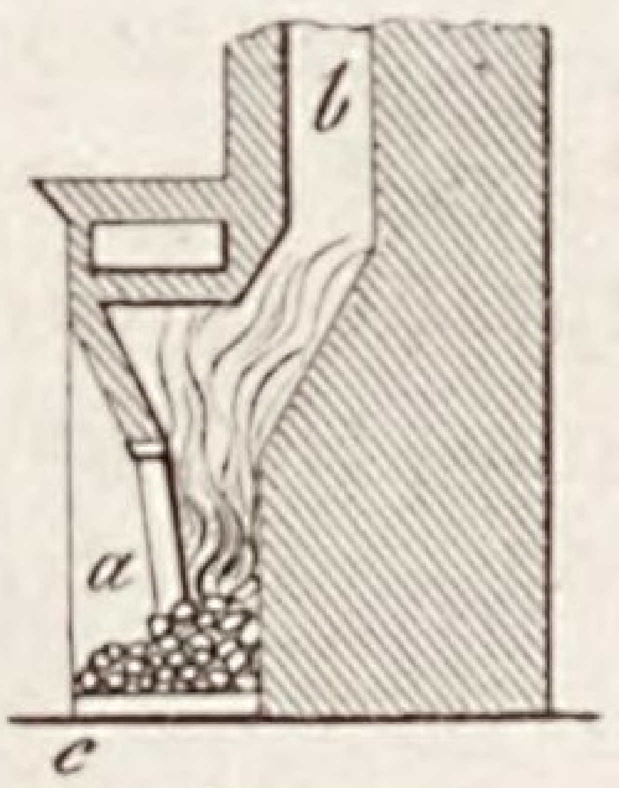
Die Kaminheizung. Die Kaminheizung ist besonders in Frankreich und England zu Hause. Eine dazu angewendete Feuerung heißt ein Kamin; dasselbe besteht aus einem nach der einen Seite hin offenen Feuerungsraum a (Fig. 148), der sich an oder in der Wand des Zimmers befindet und mit der Esse b in Verbindung steht. Fig. 149 zeigt uns den Durchschnitt eines Kamines. Auf der Sohle des Feuerraums befindet sich das Brennmaterial. Die Luft strömt aus dem Zimmer nach dem Feuer,

Fig. 148.



erwärmt sich und entweicht sogleich durch die Esse, ohne daß sie, wie bei den Oefen, eine Gelegenheit fände, ihre Wärme abzugeben. Es liegt darin ein großer Nachtheil der Kaminheizung. Nichtsdestoweniger ist diese Heizung die angenehmste, da sie das Feuer zu sehen gestattet und den Füßen einen günstigen Ort zum Erwärmen darbietet. Aus diesem Grund ist dieselbe wohl auch in England beibehalten worden.

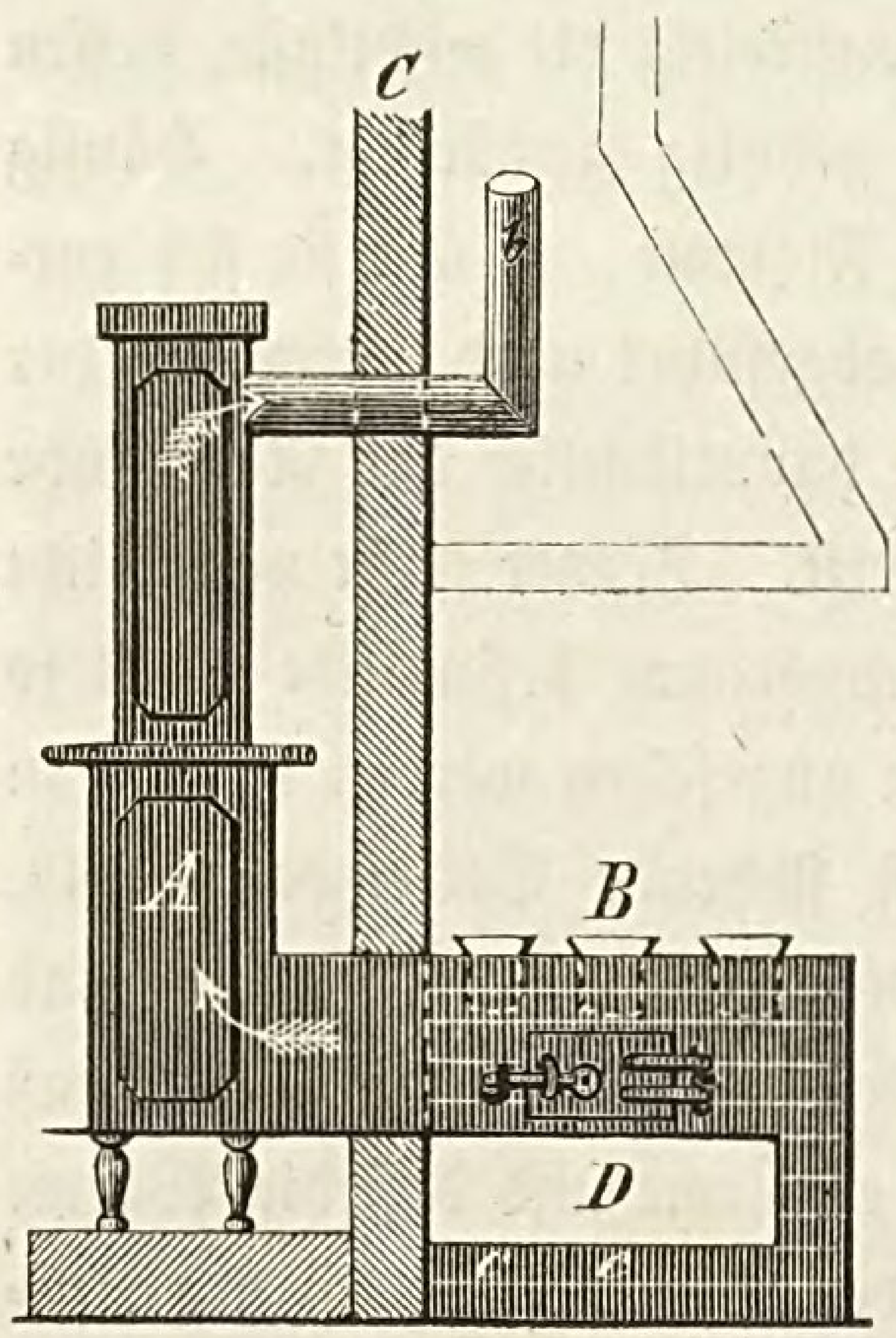
Fig. 149.



Die Ofenheizung. Bei der Ofenheizung bedient man sich des eingeschlossenen Feuers, das in einem völlig umgränzten Raume vorhanden, durch dessen Wände die Wärme des Feuers abgegeben wird. Die Ofenheizung ist unstreitig die wichtigste, dessen ungeachtet wird dieser Gegenstand doch selten gehörig gewürdigt. Häufig trifft man schlechte Oefen an, in welchen die Flamme, so wie sie sich entwickelt hat, auch schon durch das Rauchrohr abgeführt wird, ohne vorher ihre Wärme abzugeben. Dadurch wird aber hauptsächlich das Rauchrohr und das Kamin, nicht aber das Zimmer geheizt. Ferner trifft man nicht selten Oefen, in welchen der über dem Feuerungsraum befindliche Theil so hoch ist, daß derselbe als eine Art Heizraum angesehen werden kann; in diesem Falle wird oft die der Flamme zunächst stehende Seitenwand heiß, die sie umgebende Luft wird aber nicht schnell genug hinweggeführt und durch andere ersetzt. Man verlangt von einem gut construirten Ofen, daß er bei wenig Brennmaterial ein Zimmer bald erwärme und daß die Wärme lange anhalte. Das Material, aus welchem der Ofen besteht, ist begreiflicherweise von großem Einflusse auf den Werth des Ofens. Die zur Construction von Oefen angewendeten Materialien sind Gußeisen, Schwarzblech und gebrannter Thon. Die aus Blech bestehenden Oefen, die sogenannten Windöfen sind bei einer solchen Construction, daß das Brennmaterial gleichmäßig verzehrt wird, jedenfalls die zweckmäßigsten. Es ist dabei die Einrichtung zu treffen, daß der Rauch bis auf 100° abgekühlt werde, ehe er das Zimmer verläßt. Hinsichtlich des Materials zu den Oefen hat man die eisernen als die besten empfohlen, sie haben aber den Nachtheil, eine unangenehme Hitze in dem Zimmer zu verbreiten. Man hat ferner dabei eine sehr ungleiche Temperatur, da ein solcher Ofen sehr schnell erkaltet. In Stuben, in welchen die Wärme den ganzen Tag anhalten soll, sind unstreitig große thönerne Oefen mit eisernen Heizkästen die vorzüglichsten. Der eiserne

Kasten, in welchem das Brennmaterial verbrennt, ist mit einem thönernen Ofen umgeben, und es ist dabei die Einrichtung getroffen, daß sich die heiße Luft, so wie sie aus dem eisernen Ofenkasten kommt, mittelst einer oder mehrerer Röhren in den thönernen Ofen verbreitet. Für Haushaltungen ist ein Ofen sehr vortheilhaft, der das Wohnzimmer heizt und zugleich als Kochofen dient, eben so hat sich in Bezug auf Holzersparniß die Heizung des Stubenofens durch das Heerdfeuer herausgestellt. Die Einrichtung besteht in einer Verlängerung des Ofenhalses, die demnach den Kochheerd vorstellt. (Siehe Fig. 150.) A ist der Zimmerofen; b die Abzugsröhre des Rauchs. B bezeichnet den an den Ofenhals angebauten Kochheerd. C ist die zwischen dem Ofen und dem Zimmer befindliche Feuerwand. D ist der offene Raum, durch welchen die Luft durch den Rost zum Feuer gelangt.

Fig. 150.



Die in der neueren Zeit an den Heizapparaten angebrachten Verbesserungen beziehen sich auf den luftdichten Ofenverschluß, auf die Doppelroste, auf die Ofenthüre und auf die Roststäbe. In Bezug auf den luftdichten Ofenverschluß ist die Einrichtung getroffen, daß dadurch eine ökonomische Heizung bewirkt wird. Eine einfache aber sehr vortheilhafte Einrichtung besteht ferner darin, daß man zwei Roste 8 — 10 Zoll über einander anbringt. Während auf dem oberen Roste das Feuer brennt, fallen die kleineren Kohlenstückchen auf den unteren Rost, verbrennen dort gänzlich und fallen dann in den Aschenkasten. Die zu dem Feuer tretende Luft wird durch den Rost erwärmt. Um das Fortströmen erwärmter Zimmerluft durch den Ofen in die Esse zu verringern, wird eine gut schließende Ofenthüre aus Eisenblech angefertigt, hinter welcher sich in einem Abstande von $^1/_2$ Zoll noch ein Schutzblech befindet, das die Thüre vor Ueberhitzung und Werfen sichert. Das kleine Ofenthürchen, das sich in der großen Thüre befindet und nach der allgemeinen Ansicht den Zug befördern soll, ist unnütz und nachtheilig. Die Roststäbe müssen dünn sein, eng neben einander liegen und auf der Seite, auf der sich die Kohlen befinden, polirt

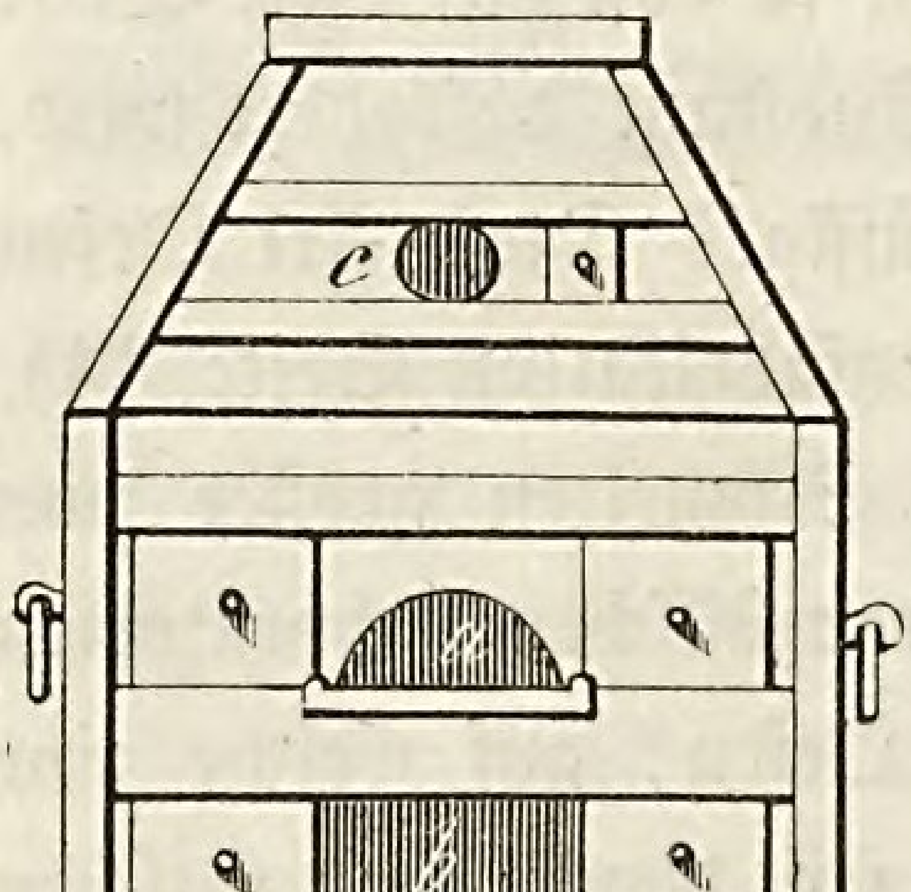
werden. Man kann dann kleinere Kohlen verbrennen und hat nebenbei den Vortheil, daß sich an die polirte Fläche die Schlacken weniger leicht festsetzen. Je nach der Construction des Ofens befindet sich das Einheizeloch innerhalb oder außerhalb des Zimmers. Wo nur irgend möglich, ist dem Einheizeloch innerhalb des Zimmers der Vorzug zu geben, da man vom Zimmer aus die Heizung reguliren kann, die Luft des Zimmers sich fortwährend erneuert und das Feuer wie bei der Kaminheizung dem Auge sichtbar ist.

Oefen zu chemischen Processen. Die zu chemisch-technischen Processen dienenden Oefen lassen sich eintheilen in Zug- und in Gebläseöfen. Die Zugöfen werden wiederum eingetheilt in die Calcinir- oder Glühöfen, die Flammenöfen, die Wind- oder Tiegelöfen und die Capellen- oder Muffelöfen. Bei den Calcinir- oder Glühöfen besteht die Schacht aus Ziegeln, die in feuerfesten Thon eingesetzt werden; der obere Rand ist zum Schutze des Ofens mit einem schmiedeeisernen Rahmen bekleidet. Der Rost dieser Oefen besteht aus aneinander geschmiedeten Eisenstäben, deren Stärke in richtigem Verhältniß zu der auszuhaltenden Last sein muß. Der Aschenfall hat dieselben Dimensionen als die Schacht und ist mit einer Thüre, die mit einer kleineren versehen ist, verschlossen; durch diese Thüre regulirt man den Zug im Ofen. Flammenöfen. Bei den Flammenöfen wirkt das Brennmaterial nicht unmittelbar durch seine Berührung, sondern durch seine Flamme. Man bezeichnet diese Oefen auch mit dem Namen Reverberiröfen, weil in denselben durch die Heerdwände ein Theil der ihnen mitgetheilten Wärme wieder ausgestrahlt (reverberirt wird), so daß auf diese Weise die Erhitzung der auf dem Heerde ausgebreiteten Substanz befördert wird. Eine genauere Beschreibung dieser Oefen ist überflüssig. Diese Art Oefen dienen zum Calciniren und Rösten (vergl. die Sodafabrikation Seite 34), zum Puddeln des Eisens (vergl. Seite 156), zum Schmelzen großer zum Gießen bestimmter Metallmassen u. s. w. In den französischen Laboratorien versteht man unter Reverberiröfen kleine, tragbare Oefen, auf welche eine Kuppel (Dôme) aufgesetzt werden kann. Diese Oefen dienen zum Glühen und Schmelzen und bestehen aus drei getrennten Stücken: dem eigentlichen Ofen oder dem Bodenstücke mit einem Roste von Thon oder Eisen, 2) aus einem cylindrischen Stücke, dem sogenannten Laboratorium und 3) aus dem Dom oder der Kuppel. Durch Aufsetzen eines Rohres von Eisenblech auf Windöfen. die Oeffnung der Kuppel kann die Temperatur des Ofens bedeutend erhöht werden. Bei den Wind- oder Tiegelöfen wird durch

starken Zug ohne Gebläse ein sehr heftiges Feuer hervorgebracht, sie sind zu diesem Zwecke mit einer hohen feststehenden Esse versehen. Ehedem führte man die Essen unmittelbar über dem Schachte auf, bei dieser Einrichtung mußte eine Seite des Feuerungsraums zum Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel dienen. Die Oefen zur Gußstahlfabrikation haben die erwähnte Einrichtung. Die Oeffnung des Ofens ist mit einem genau schließenden Deckel versehen. Das Feuer wird um den Tiegel herumgemacht. Wenn die Kohlen abgebrannt sind, entsteht durch den Zug eine Hitze, welche der im Gebläseofen nahe kommt. Zur Verengerung oder zum völligen Abschlusse ist die Oeffnung unter dem Rost oder auch die Esse mit einem Schieber verschließbar. Die Essen bilden einen wesentlichen Theil der Windöfen, da von ihrer Höhe und den beiden anderen Dimensionen die Stärke des Luftzuges und folglich auch der Hitzgrad in der Schacht abhängig ist. Je höher und weiter die Esse ist, ein um so kräftigerer Luftzug findet in der Esse statt. Wegen der Schwierigkeit, die mit der Aufführung hoher Essen verknüpft ist, zieht man es vor, die Essen durch Gebläse zu ersetzen. Die Muffelöfen sind

Muffelöfen. kleine, eiserne, mit feuerfestem Thone ausgefütterte Oefen mit einer eingesetzten Muffel, die besonders zum Abtreiben von Gold- und Silberproben (vergl. Seite 222 und 239) Anwendung finden. Beistehende Zeichnung (Fig. 151) zeigt uns die Vorderansicht eines Muffelofens. Der innere Raum enthält die auf starken Eisenstäben ruhende Muffel; a ist die Mündung derselben und ist mit einem Schieber verschließbar. Die über dem Rost befindliche Oeffnung b ist ebenfalls mit einem Schieber versehen und dient, so wie die obere Oeffnung c zum Reguliren des Zuges. Die Muffeln selbst bestehen aus einem nach der Richtung der Axe durchschnittenen Cylinder. Man unterscheidet an ihr die eigentliche Muffel und das Muffelblatt. Eine zum Einbrennen von Porcellanfarben angewendete Muffel ist Seite 136 abgebildet.

Fig. 151.

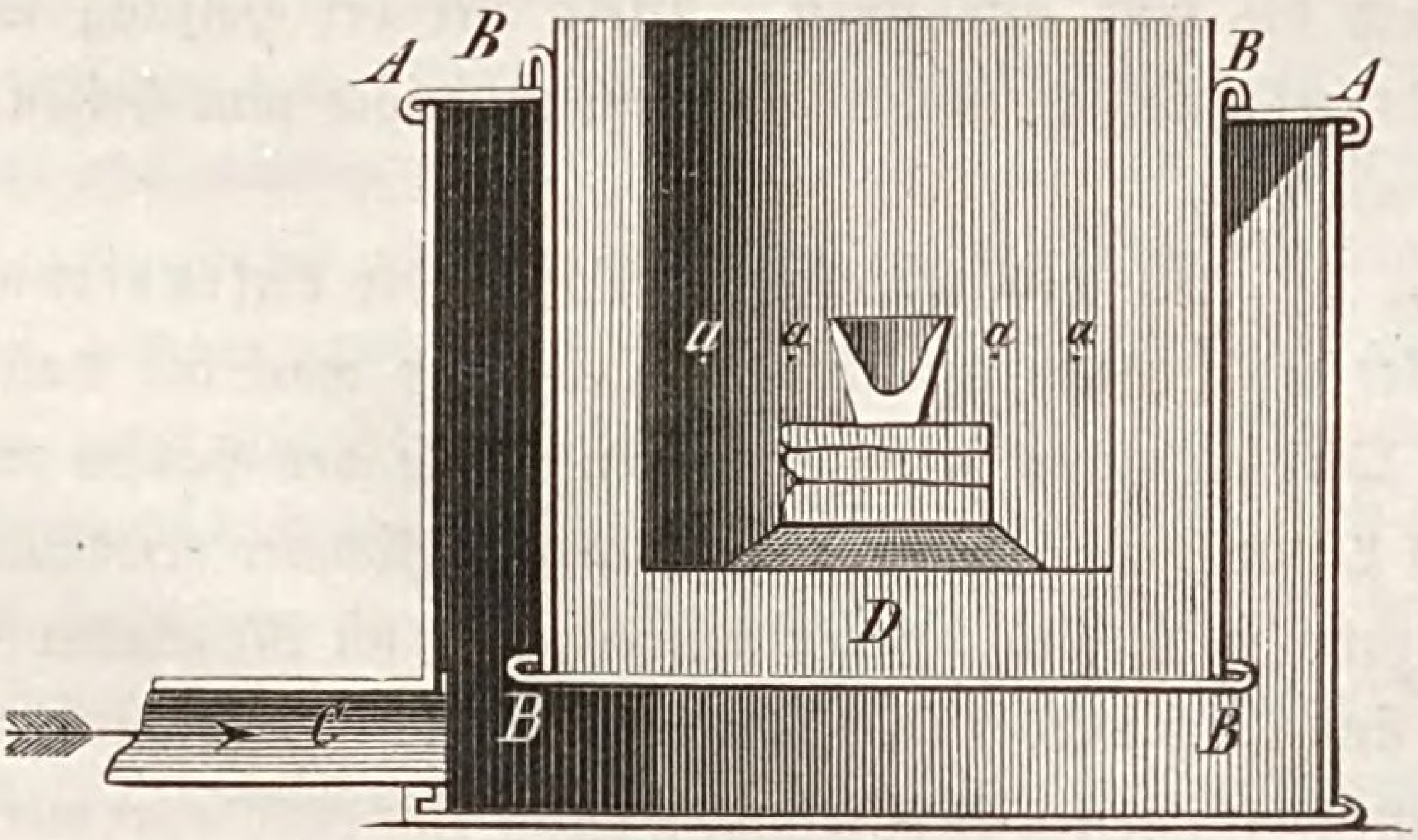


Gebläseöfen. Bei den Gebläseöfen wird die zur Verbrennung des Brennmateriales erforderliche Luft durch Gebläse zugeführt. Unter Gebläse versteht man diejenigen Vorrichtungen, durch welche Gase in einem eingeschlossenen Raum gesammelt und mit mechanischer Kraft, gewöhnlich mit

Druck angeblasen werden. Sie unterscheiden sich hierdurch von den Essen, an welchen durch Luftverdünnung ein natürlicher Luftzug hervorgebracht wird. Wirkt auf das Gas der Druck einer Flüssigkeitssäule, so wird das Gebläse hydraulisches Gebläse genannt. Die bei chemisch-technischen Operationen am häufigsten vorkommenden Gebläse sind das Balgengebläse (bei welchem durch lederne oder hölzerne Bälge ein Luftstrom erzeugt wird), das Centrifugalgebläse oder der Ventilator und das Cylindergebläse (vergl. S. 147). Als hydraulisches Gebläse ist das in den Gasbeleuchtungsanstalten angewendete Gasometer zu erwähnen. Der Gebläse bedient man sich vorzugsweise bei den Schachtöfen (vergl. Seite 146 und 152) und den als niedrige Schachtöfen zu betrachtenden Heerdöfen (vergl. S. 154 und 161).

Die Luft- oder Gasmenge, die in einen Ofen gelangen muß, ist während der Dauer einer Operation veränderlich und muß nach und nach vergrößert werden können; deshalb finden sich an den Windleitungs- und Vertheilungsröhren Hähne, um den Luftstrom zu reguliren. Bei den Gebläseöfen wird der Wind von unten, zuweilen auch von der Seite eingeleitet. Ein in chemischen Laboratorien sehr verbreiteter Gebläseofen ist der von Sefström (siehe Fig. 152) mit acht einander gegenüberstehenden Gebläse-

Fig. 152.



öffnungen. Dieser Ofen besteht aus zwei in einander gestellten, mit Böden versehenen Cylindern A A und B B, die durch eine ringförmige Eisenplatte mit einander verbunden sind. Der Raum zwischen beiden Cylindern dient als Behälter für die Luft, welche durch die Röhre C aus dem Gebläse herbeigeführt und durch die acht kleineren Röhren a in den inneren Cylinder,

den eigentlichen Ofen geführt wird. Die acht Röhren, welche Luft einführen, sind von starkem Eisenblech und konisch geformt. Als Brennmaterial wendet man in diesem Ofen nur Holzkohlen und zwar wo möglich wallnußgroße Stücken von gleicher Größe an.

Gasheizung. Wie schon Seite 157 erwähnt worden ist, wendet man bei technischen Operationen anstatt der Gichtgase die sogenannten Generatorgase als Brennmaterial an. Mit diesem Namen bezeichnet man die in einem Generator, einer schachtofenähnlichen Vorrichtung, durch unvollkommene Verbrennung von Holz oder Steinkohlen erzeugten brennbaren Gase, die im Wesentlichen aus Kohlenoxyd und Kohlenstoff bestehen. Da der Generator ganz in der Nähe des Ofens angelegt werden kann, so gelangen die erzeugten Gase fast so heiß zur Verbrennung, als sie aus dem Generator entweichen. Die Gasheizung hat außerdem den Vortheil, daß man ein minder gutes Brennmaterial verwerthen kann. In der Glashütte von Fikentscher in Zwickau wendet man solche Generatorgase zum Schmelzen der Glasmasse an. Es steht zu erwarten, daß man mit der Zeit das Leuchtgas als Heizmaterial anwenden wird.

Kanalheizung. Bei der Kanalheizung führt man die außerhalb und unterhalb des Heizraums erzeugten heißen Gasarten und den Rauch durch ein System von Blechkanälen, wodurch sie ihre Wärme abgeben und dann erkaltet durch die Esse entweichen. Diese Art der Heizung war bei den Römern sehr gebräuchlich, findet aber jetzt nur noch zum Heizen der Treibhäuser Anwendung.

Luftheizung. Mit dem unpassenden Namen der Luftheizung hat man diejenige Art der Heizung bezeichnet, bei welcher man die Luft an einem besonderen Orte an einem tiefer gelegenen Theile des Hauses erwärmt und dann durch Leitungsröhren in die verschiedenen Zimmer vertheilt. Die Idee der Luftheizung ist bereits bei den Römern und im Mittelalter bekannt gewesen; sie findet sich wieder in denjenigen ländlichen Wohnungen des Nordens, in denen die unteren Wohnzimmer durch eine Fallklappe mit den oberen Schlafräumen in Verbindung stehen, die bei der Abendzeit zur Hinaufleitung der erwärmten Luft des Zimmers geöffnet wird. Bei der Luftheizung der Jetztzeit, die durch Meißner zu dem jetzigen Grade der Vollkommenheit gebracht worden, unterscheidet man zwei Arten, nämlich die Luftheizung mit einem Mantelofen und die Luftheizung mit einer Heizkammer. Die erstere Art unterscheidet sich von der gewöhnlichen Ofen-

heizung nur dadurch, daß der im zu heizenden Zimmer befindliche Ofen mit einem Schirm (**Mantel**) aus gebranntem Thon oder Blech umgeben ist, der ungefähr sechs Zoll vom Ofen absteht, oben offen und unten mit vielen Oeffnungen zum freien Durchzug der Luft versehen ist. Ist der Ofen geheizt, so steigt die zwischen dem Ofen und dem Schirm befindliche erwärmte Luft an die Decke des Zimmers empor, an ihre Stelle tritt durch die unten befindlichen Oeffnungen neue Luft, welche, nachdem sie erwärmt worden ist, ebenfalls in die Höhe steigt, und so wird die ganze Luft des Zimmers in kurzer Zeit überall gleichförmig erwärmt, während bei einem Ofen ohne Mantel die Temperatur in dessen Nähe und in den größten Entfernungen von demselben eine ganz verschiedene ist. Die Blechmäntel verfertigt man, um sie schlecht leitend zu machen, zweckmäßig aus zwei parallelen Blechlagen, die mit einem schlechten Wärmeleiter wie mit Asche angefüllt sind. Sehr geeignet dürfte hierzu die Masse der schwimmenden Ziegelsteine (vgl. S. 141) erscheinen.

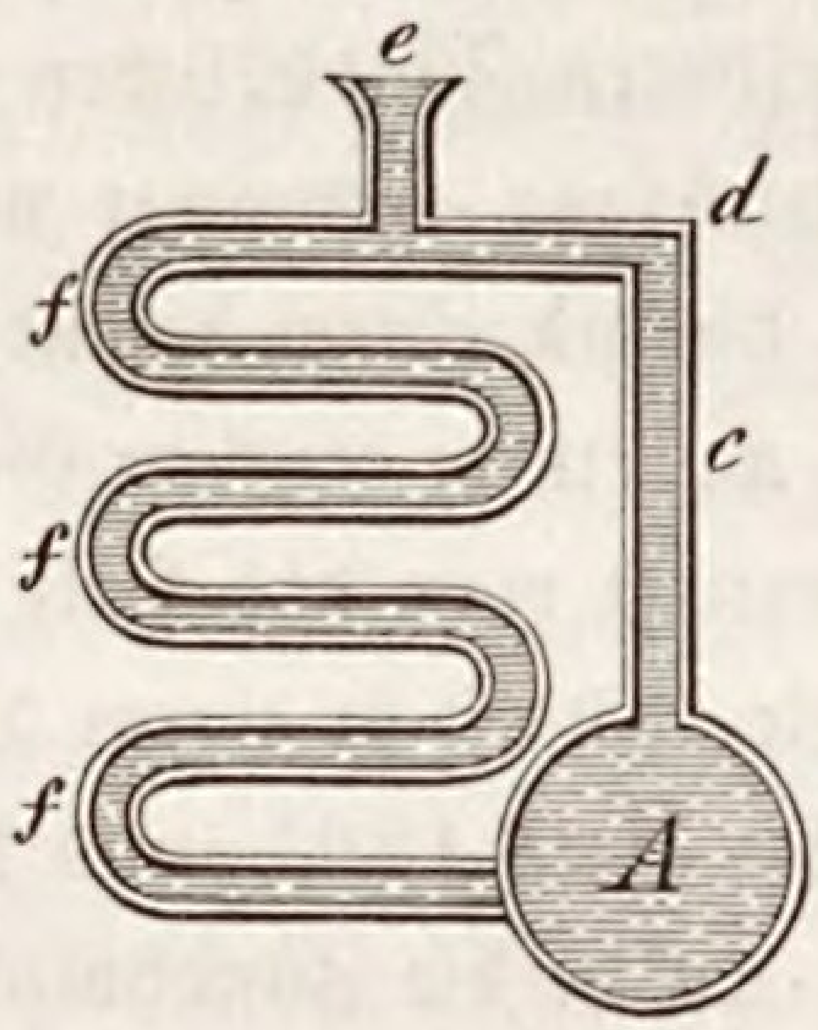
Bei der zweiten Art der Luftheizung befindet sich der Ofen außerhalb des zu heizenden Locales in einer gemauerten und oben eingewölbten Kammer, der **Heizkammer**, welche ihn als Mantel von allen Seiten in gleicher und entsprechender Entfernung umgiebt und mit dem zu heizenden Locale durch zwei Kanäle communicirt. Der eine Kanal geht vom Gipfel der Wölbung, der andere vom Boden der Kammer aus. Der obere Kanal führt die zwischen dem Ofen und dem Mantel erwärmte Luft in das zu heizende Local und mündet daselbst unmittelbar über dem Fußboden ein. Der untere Kanal, durch welchen kalte Luft in den Raum in dem Verhältniß nachströmt, als die erwärmte Luft daraus entweicht, mündet in das zu heizende Local durch eine Seitenwand ungefähr 6 Fuß hoch über dem Fußboden. Da die erwärmte Luft in die Höhe zu steigen, die kalte Luft als schwerer herabzusinken sucht, so ist es, zur Beförderung der Bewegung der erwärmten Luft aus der Heizkammer in die zu heizenden Locale und der Bewegung der kälteren Luft in umgekehrter Richtung wesentlich, die Heizkammer im Keller, oder im Fall das Parterrelocal nicht geheizt werden soll, im Erdgeschoß anzubringen. Eben so ist zur Beförderung dieser Bewegung zweckmäßig, den Kanälen allmälig verlaufende Krümmungen zu geben, mindestens die scharfen Ecken zu vermeiden. Aus Salubritätsrücksichten wird sehr häufig die Luft der Abzugskanäle nicht mehr über den Heizofen, sondern geradezu ins Freie geführt, oder der Heizkammer die kalte Luft von außen zugeführt, wo die

kalte Luft des Zimmers durch die Fenster und Thüren entweichen muß. Die Klage über größere Trockenheit der Luftheizung in Vergleich mit Ofenheizung ist eine gegründete, indem die Luft in den auf diese Weise geheizten Localen bald jenen Grad der Feuchtigkeit verliert, der zum Wohlbefinden der Menschen nothwendig ist. Die Mittel, die man gewöhnlich anwendet, um der zu großen Trockenheit dieser Luft zu begegnen, sind, daß man in dem Kanale, durch welchen die erwärmte Luft zieht, Wasser in einer flachen Schale oder von einem Badeschwamm aufgesogen, bringt, welches durch Verdunstung, der Luft Feuchtigkeit ertheilt. Pettenkofer hat das Unzureichende dieser Mittel nachgewiesen. Die Luftheizung eignet sich nicht für gewöhnliche Wohnzimmer, die einen ganzen Winter hindurch mit heißer Luft geheizt werden sollen; dort wird sich zwar nicht sogleich bei Beginn des Winters, aber gewiß nach einigen Monaten, wenn die Wände bereits mehr Wasser verloren haben, als ihnen durch Absorption aus der freien Atmosphäre wieder ersetzt wird, die Klage über Trockenheit der Luft erheben. Die Luft eignet sich dagegen sehr für Räume, die selten geheizt werden, eben so für Räume, wie Theater, Concertsäle u. s. w., in welchen brennende Lichter und athmende Menschen ergiebige Quellen für Wasserdampf sind.

Wasserheizung. Anstatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, bedient man sich zuweilen eines Zwischenträgers, nämlich des Wassers, das sich seiner hohen specifischen Wärme wegen ganz besonders dazu eignet. Die darauf basirte Heizung nennt man die Wasserheizung. Man läßt dabei erhitztes Wasser in starken gezogenen eisernen Röhren von ungefähr einem Zoll Durchmesser in einem Zimmer, oder in Wohnhäusern oder öffentlichen Gebäuden so circuliren, daß der erkaltete Theil abfließt, und neuerwärmtes Wasser ununterbrochen zuströmt. Das Princip der Circulation wird aus nebenstehender Fig. 153 deutlich werden. Die Erwärmung des Wassers geschieht im Gefäße A; die darin befindlichen Wasserschichten dehnen sich aus und steigen in dem Rohr nach c und endlich nach d. In demselben Verhältnisse fließt aber Wasser aus f f nach. Dieses Spiel dauert so lange, als noch in den verschiedenen Theilen ein Temperaturunterschied vorhanden ist; es wird aber niemals aufhören, wenn das aufsteigende warme Wasser unterwegs abgekühlt und der Temperaturunterschied fort erhalten wird. Ein kleiner Wasserverlust findet dabei statt, so daß man von Zeit zu Zeit durch die mit einem Stopfer verschlossene Oeffnung e am oberen Theile der Röhre etwas Wasser nachfüllen muß.

Dampfheizung. Bei der **Dampfheizung** leitet man den Wasserdampf aus den Kesseln, die sich in dem Heizraume befinden, durch gußeiserne Röhren

Fig. 153.



in metallene Oefen, die sich in den zu heizenden Localen befinden. Das daselbst condensirte Wasser fließt in den Dampferzeugungskessel zurück, um stets Wasser von ziemlich hoher Temperatur zum Verdampfen zu erhalten. Bei gußeisernen Leitungsröhren nimmt man an, daß zur Heizung eines Locales auf 20—25° für je 2000 Kubikfuß des Locales der Dampferzeugungskessel 1 Kubikfuß Rauminhalt und für je 200 Kubikfuß des Locales die Dampfleitung 1 Quadratfuß Oberfläche haben muß. Häufiger noch als zur Zimmerheizung findet die Dampfheizung Anwendung zum Heizen von Trockenapparaten (wie bei der Fabrikation des Maschinenpapiers; vergl. Seite 267), Trockenstuben, Badeanstalten 2c.

Feuerzeuge. **Feuerzeuge.** Außer den uralten Feuerzeugen von Eisenblech zum Küchengebrauche, in welchen Stahl, Feuerstein und Zunder aufbewahrt wurden, und dem Feuerstahl, Schwamm (durch Klopfen erweichten Boletus fomentarius) und Stein, sind hier die sogenannten **chemischen Feuerzeuge** (obgleich in der eigentlichen Bedeutung des Wortes ein jedes Feuerzeug ein chemisches ist), die **Streich-** und **Reibzündhölzer**, so wie die **Platin-** und **pneumatischen Feuerzeuge** zu erwähnen. Die soge-

Chemische Feuerzeuge. nannten **chemischen Feuerzeuge** bestehen aus mit Asbest gefüllten Gläschen, deren Inhalt mit concentrirter Schwefelsäure getränkt ist, und den Schwefel- oder Zündhölzchen. Letztere sind gewöhnliche Schwefelhölzchen, deren Schwefelende mit einem Gemisch von 3 Th. chlorsaurem Kali, 1 Th. Schwefelblumen, Colophonium, etwas Gummi- oder Tragantschleim und Zinnober (als Farbe) versehen ist. Beim Gebrauche tupft man

dieses Ende in das Fläschchen. So wie die Schwefelsäure mit dem chlorsauren Kali in Berührung kommt, zersetzt sich die Chlorsäure in chlorige und unterchlorige Säure, welche Zersetzung von Feuererscheinung begleitet ist, wodurch der Schwefel und durch diesen das Holz entzündet wird.

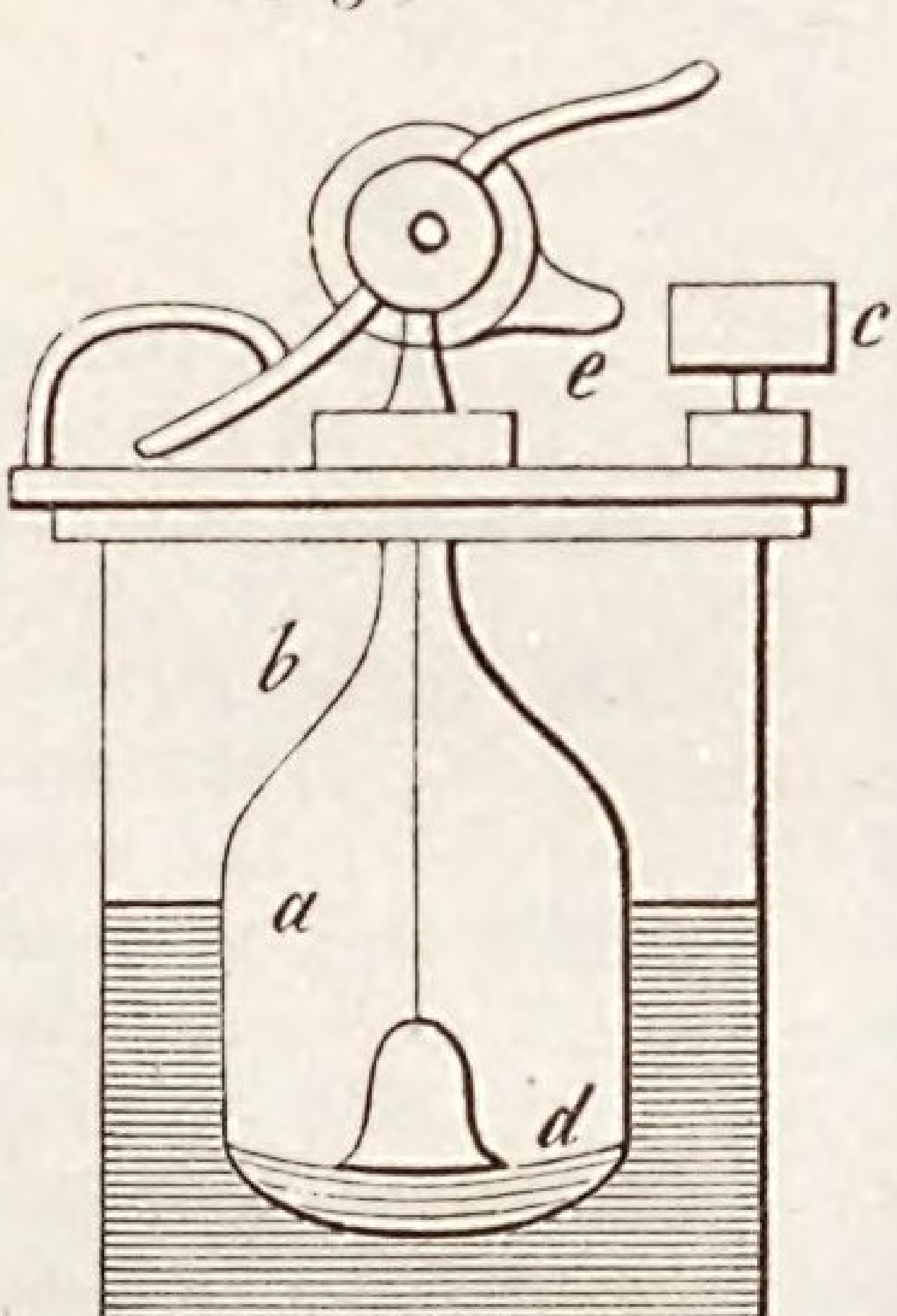
Streich- od. Reibzündhölzer. Die erwähnten Zündhölzchen sind fast gänzlich durch die **Streich-** oder **Reibzündhölzer** verdrängt worden. Diese Hölzer sind ebenfalls Schwefelhölzchen, die mit einem besonderen Zündsatz versehen sind, welcher sich durch Reiben an einem rauhen Gegenstande entzündet. Zur Fabrikation der Hölzchen wendet man das Holz der Zitterpappel oder Birke an. Zuerst trocknet man die Scheite in einem Trockenraum, der über einem Backofen angebracht ist, bei circa 180°, und schneidet darauf die trocknen Scheite je nach der Länge, welche die Zündhölzchen bekommen sollen, in 2, 3—4 Zoll lange cylindrische Pflöckchen, welche mit einer Schneidemaschine nach der Richtung der Holzfaser in Stäbchen geschnitten werden. Hölzchen, welche nun geschwefelt werden sollen, werden zu cylindrischen Packeten gemacht, welche 1900—3000 solcher Hölzchen enthalten, und 2—4 Linien tief in Schwefel getaucht, der ungefähr bei 125° geschmolzen wurde, man zieht die Hölzchen aber sogleich wieder heraus und schüttelt sie tüchtig, damit der überschüssige Schwefel abfalle. Ehedem schmolz man Phosphor in Gummischleim, der bis auf 40° erhitzt worden war, setzte zu der Masse chlorsaures Kali und tauchte dann die Schwefelhölzchen in dieselbe. Da diese Hölzchen beim Reiben sich mit Geräusch und häufigem Umherschleudern der brennenden Masse entzünden, so stellt man jetzt **geräuschlos verbrennende Streichhölzchen** ohne chlorsaures Kali, nur mit Phosphor und Salpeter dar. Zu diesem Zwecke schmilzt man Phosphor in einem eisernen Mörser unter Wasser, setzt so viel Gummi hinzu, daß ein dicker Schleim entsteht, und rührt denselben bis zum vollständigen Erkalten. Darauf rührt man den Schleim mit Bleisuperoxyd zusammen und taucht die Schwefelhölzchen in diese Masse. **Böttger** in Frankfurt empfiehlt einen Satz aus 9 Th. Phosphor, 16 Th. Gummi, 14 Th. Salpeter und 16 Th. Braunstein bestehend; anstatt des Braunsteins wendet man auch Zinnober oder Berlinerblau an. Durch neuere Versuche hat man gefunden, daß die Masse nur $^1/_{15}$, höchstens $^1/_{12}$ Phosphor zu enthalten braucht. Anstatt der Schwefelhölzchen hat man auch vorgeschlagen, an dem einen Ende mit Stearinsäure überzogene Hölzchen in die Masse zu tauchen. Zu diesem Zwecke taucht man die scharf getrockneten Hölzchen in Stearinsäure, die durch die Wärme eines Wasserbades

geschmolzen worden ist. Eine kleine Menge der Fettsäure wird vom Holze eingesogen und steigt in Folge der Capillarität zwischen den Fasern hinauf. Dieses Ende wird dann wie gewöhnlich überzogen.

Die Reibzündkerzchen werden mittelst einer Maschine gefertigt, welche Aehnlichkeit hat mit einem Webstuhl mit zum Weben hergerichteter Kette. Jeder Docht, aus nicht gedrehten Baumwollenfasern bestehend, repräsentirt einen Kettenfaden und 100 — 200 solcher Dochte, auf eine Walze gewickelt und durch einen Kamm von einander gehalten, laufen durch ein Bad von geschmolzenem Wachs und werden sodann durch ein Zieheisen gezogen. Mittelst einer Schneidemaschine werden alle Kerzchen in bestimmte Längen geschnitten, mit der entzündlichen Masse versehen, getrocknet und in Schächtelchen gebracht.

Platinfeuerzeuge. Die Platin- oder Döbereiner'schen Feuerzeuge bestehen aus einem cylindrischen Glase b (Fig. 154), in dem sich ein an beiden Seiten offenes glockenförmiges Glas a befindet. Der obere Theil desselben steht mit einem Glasrohre e in Verbindung, das durch einen Hahn verschlossen werden kann. In dem Glase a ist an einem Drahte ein Zinkkloben d befindlich. Das Cylinderglas ist zum dritten Theile mit einem Gemisch von 1 Th. Schwefelsäure mit 4—6 Th. Wasser angefüllt. Oeffnet man den Hahn, so tritt die saure Flüssigkeit in das Glas a und bildet unter Mitwirkung des Zinks Wasserstoffgas (SO_3, HO + Zn = Zn O, SO_3 + H), das durch e entweicht und auf Platinschwamm, der sich in einer Metallkapsel c befindet, strömt. Durch den in den Poren des Platinschwammes condensirten Sauerstoff bildet sich unter Mitwirkung des zuströmenden Wasserstoffs Wasser unter Feuererscheinung, wodurch der fortdauernde Strom des Wasserstoffgases entzündet wird (vergl. Seite 221). Dieses Feuerzeug ist ein sehr verbreitetes und elegantes, wenn auch ein etwas kostspieliges.

Fig. 154.



Pneumatisches Feuerzeug. Das pneumatische Feuerzeug (Mollet's Pumpe) besteht aus einem ausgebohrten Metallcylinder, in welchem durch Hineinstoßen

eines Kolben die Luft so stark comprimirt wird, daß ein an der unteren Seite des Kolbens befindlicher Schwamm entzündet wird. Dieses Feuerzeug ist nur als physikalischer Apparat von Interesse. Aehnlich verhält es sich mit den elektrischen Feuerzeugen, bei welchen Wasserstoffgas durch einen von einem Elektrophor gelieferten elektrischen Funken entzündet wird.

Register.

A.

B.

Druck von O. Wigand in Leipzig.

Wagner, Johann Rudolf von,

Die chemische Technologie faßlich dargestellt nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaften und des Gewerbewesens ; als Leitfaden bei Vorlesungen an Universitäten, Gewerbschulen und polytechnischen Anstalten, sowie zum Selbstunterricht

Leipzig 1853